

63(05)  
\$ 85



# Știința Agricolă

AGRICULTURAL SCIENCE

nr. **1**  
2019

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 JIȚĂREANU,**

*doctor, profesor universitar (România)*

**Radu SESTRĂȘ,**

*doctor, profesor universitar (România)*

**Florin STĂNICĂ,**

*doctor, profesor universitar (România)*

**Victor ȘEREMET,**

*doctor habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)*

**Alexandru FRECĂUȚEANU,**

*doctor habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)*

**Gheorghe NICOLAESCU,**

*doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)*

**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 JIȚĂREANU,** 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 FRECAUȚEANU,**

*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



## CUPRINS

|                                                                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Liana RELINA, Liudmyla VECHERSKA, Roman BOHUSLAVSKYI, Oleg GOLIK</i><br>Grain quality of tetraploid wheat <i>Triticum durum</i> Desf. var. <i>falcatomelanopus</i> Jakubcz. & Filat. ....                             | 3   |
| <i>Mykola MOSTIPAN, Nazar UMRYKHIN, Valeriy MYTSENKO</i><br>The interrelation between the productivity of winter wheat and weather conditions in autumn and early spring periods in the northern Steppe of Ukraine ..... | 10  |
| <i>Victor STARODUB, Ruslan TABACARI</i><br>Producția și calitatea soiului de grâu comun de toamnă „Blagodarka Odesskaya” în experiențe polifactoriale .....                                                              | 17  |
| <i>Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN, Ghenadie RUSU, Valentina SPINU</i><br>Crearea și utilizarea analogilor androsterili și restauratori de fertilitate a polenului la porumbul timpuriu .....                        | 21  |
| <i>Алексей ПОСТОЛАТИ</i><br>Специфика селекции молдавских адаптивных сортов разных экотипов <i>Triticum aestivum</i> L. ....                                                                                             | 28  |
| <i>Valentina GAMAYUNOVA, Maksim TUZ, Sergey BAZALIY, Ekaterina SHIN, Tatyana GLUSHKO</i><br>Влияние рострегулирующих препаратов на формирование урожайности бобовых культур в условиях южной Степи Украины .....         | 34  |
| <i>Светлана ШАКАЛЫЙ, Алла БАГАН</i><br>Урожайность и качество зерна сои в зависимости от сроков посева и температуры почвы .....                                                                                         | 41  |
| <i>Valerian BALAN, Sergiu VAMĂȘESCU, Ananie PEȘTEANU, Petru BALAN</i><br>Influența fertilizării foliare asupra fânirii fructelor și recoltei la soiul de măr Golden Delicious .....                                      | 47  |
| <i>Ananie PEȘTEANU, Mihai BOSTAN</i><br>Perfectionarea unor elemente tehnologice la producerea materialului săditor pentru fondarea livezilor moderne de măr .....                                                       | 52  |
| <i>Gheorghe CIMPOIEȘ, Ion CVASOV</i><br>Producția de fructe de cătină albă și calitatea lor în funcție de soi .....                                                                                                      | 60  |
| <i>Nadejda MIHNEA</i><br>Evaluarea variabilității unor caractere morfobiologice și agronomice la tomate .....                                                                                                            | 65  |
| <i>Игорь БУЧЕНКОВ</i><br>Использование нитрозометилмочевины и нитрозоэтилмочевины при создании селекционного материала смородины и крыжовника .....                                                                      | 70  |
| <i>Елена ГИНДА</i><br>Влияние регуляторов роста на регенерационные процессы при выращивании посадочного материала винограда .....                                                                                        | 78  |
| <i>Татьяна ЩЕРБАКОВА</i><br>Спектр антифунгального действия биопрепарата на основе <i>Trichoderma virens</i> Miller, Giddens and Foster на патогены сельскохозяйственных культур .....                                   | 84  |
| <i>Николай МОРОЗ</i><br>Критерии оценки адаптации <i>Aphidoletes aphidimyza</i> gond. (Diptera: Cecidomyiidae) в условиях биодинамического земледелия .....                                                              | 89  |
| <i>Иван СОПУШИНСКИЙ, Ярослав КОПОЛОВЕЦ, Игор ТЫМОЧКО, Руслан МАКСЫМЧУК</i><br>Влияние структурных изменений ксилемы пихты белой на объемную массу древесины .....                                                        | 94  |
| <i>Елена ПОНОМАРЕВА, Валентина БЕССОНОВА</i><br>Особенности водного обмена деревьев защитной примыкающей лесополосы в условиях степной зоны Украины .....                                                                | 100 |
| <i>Василь ЗАЯЧУК</i><br>Тис ягідний ( <i>Taxus baccata</i> L.) в українських Карпатах: історія вивчення, розповсюдження і причини зникнення .....                                                                        | 111 |
| <i>Юрий СЫРОМЯТНИКОВ</i><br>Влияние локального рыхления почвы на урожайность сои .....                                                                                                                                   | 117 |
| <i>Вячеслав ШАПОВАЛОВ</i><br>Асинхронные двигатели современных серий как нелинейные системы – источники напряжения высших гармоник в нулевом проводе .....                                                               | 125 |
| <i>Анатоліє ДАЙКУ</i><br>Розробка алгоритмів управління процесом зберігання фруктів і овочів з використанням природного холоду .....                                                                                     | 131 |
| <i>Алла КИРСАНОВА</i><br>Установление закона распределения температур для расчета параметров установок естественного холода, применяемых для хранения фруктов и овощей .....                                             | 138 |
| <i>Викторин СЛИПЕНКИ</i><br>Оценка параметров процесса хранения фруктов и овощей с применением естественного холода на территории Республики Молдова .....                                                               | 147 |
| <i>Rita GOLBAN</i><br>Aspecte microbiologice privind rezistența unor tulpini bacteriene uropatogene în cazul sindromului urologic canin .....                                                                            | 154 |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Liana RELINA, Liudmyla VECHERSKA, Roman BOHUSLAVSKYI, Oleg GOLIK</i><br>Grain quality of tetraploid wheat <i>Triticum durum</i> Desf. var. <i>falcatomelanopus</i> Jakubcz. & Filat. ....                                             | 3   |
| <i>Mykola MOSTIPAN, Nazar UMRYKHIN, Valeriy MYTSENKO</i><br>The interrelation between the productivity of winter wheat and weather conditions in autumn and early spring periods in the northern Steppe of Ukraine .....                 | 10  |
| <i>Victor STARODUB, Ruslan TABACARI</i><br>Yield and quality of the common winter wheat variety „Blagodarka Odesskaya” in polifactorial experiences .....                                                                                | 17  |
| <i>Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN, Ghenadie RUSU, Valentina SPINU</i><br>Development and utilization of male sterile analogues and pollen fertility restorers in early maize .....                                                  | 21  |
| <i>Alexei POSTOLATI</i><br>Particularities of breeding different ecotypes of Moldavian adaptive varieties of <i>Triticum aestivum</i> L. ....                                                                                            | 28  |
| <i>Valentina GAMAYUNOVA, Maksim TUZ, Sergey BAZALIY, Ekaterina SHIN, Tatyana GLUSHKO</i><br>Influence of growth regulating preparations on the yielding ability of legume crops under the conditions of southern Steppe of Ukraine ..... | 34  |
| <i>Svetlana SHAKALYJ, Alla BAGAN</i><br>Soybean grain yield and quality depending on sowing date and soil temperature .....                                                                                                              | 41  |
| <i>Valerian BALAN, Sergiu VAMASESCU, Ananie PEȘTEANU, Petru BALAN</i><br>Influence of foliar fertilization on fruit thinning and yield of Golden Delicious apple variety .....                                                           | 47  |
| <i>Ananie PEȘTEANU, Mihai BOSTAN</i><br>Enhancement of some technological elements in planting stock production for establishing modern apple orchards .....                                                                             | 52  |
| <i>Gheorghe CIMPOIEȘ, Ion CVASOV</i><br>Yield of sea buckthorn fruits and their quality depending on variety .....                                                                                                                       | 60  |
| <i>Nadejda MIHNEA</i><br>Evaluation of the variability of morphobiological and agronomic characters in tomatoes .....                                                                                                                    | 63  |
| <i>Igor BUCHENKOV</i><br>The use of nitrosomethylurea and nitrosoethylurea in the creation of the selection material of currants and gooseberries .....                                                                                  | 70  |
| <i>Elena GHINDA</i><br>Influence of growth regulators on regeneration processes in growing grapevine planting material .....                                                                                                             | 78  |
| <i>Tatyana SHCHERBAKOVA</i><br>The spectrum of antifungal effect of a preparation based on <i>Trichoderma virens</i> Miller, Giddens and Foster against pathogens of agricultural crops .....                                            | 84  |
| <i>Nikolaj MOROZ</i><br>Criteria for assessing the adaptation of <i>Aphidoletes aphidimyza</i> Rond. (Diptera: Cecidomyiidae) in the conditions of biodynamic farming .....                                                              | 89  |
| <i>Ivan SOPUSHINSKY, Yaroslav KOPOLOVETS, Igor TYMOCHKO, Ruslan MAXYMCHUK</i><br>Influence of structural changes of xylem of silver fir on wood specific gravity .....                                                                   | 94  |
| <i>Elena PONOMAREVA, Valentina BESSONOVA</i><br>Water exchange of trees of roadside protective shelterbelts in the conditions of the steppe zone of Ukraine .....                                                                        | 100 |
| <i>Vasil ZAYACHUK</i><br>The common yew ( <i>Taxus baccata</i> L.) in the Ukrainian Carpathians: the history of study, the distribution and the causes of the disappearance .....                                                        | 111 |
| <i>Yuri SYROMYATNIKOV</i><br>Influence of local soil tillage on soybean yield .....                                                                                                                                                      | 117 |
| <i>Vyacheslav SHAPOVALOV</i><br>Asynchronous motors of modern series as nonlinear systems – sources of upper harmonic voltage in the neutral wire .....                                                                                  | 125 |
| <i>Anatolie DAICU</i><br>Development of control algorithms for the storage of fruits and vegetables using natural cold .....                                                                                                             | 131 |
| <i>Alla KIRSANOVA</i><br>Determination of the temperature distribution law for the calculation of the parameters of natural cold units used for fruit and vegetable storage .....                                                        | 138 |
| <i>Victorin SLIPENCHI</i><br>Evaluation of the parameters of the storage process of fruits and vegetables using natural cold in the territory of the Republic of Moldova .....                                                           | 147 |
| <i>Rita GOLBAN</i><br>Microbiological aspects regarding the resistance of some uropathogenic bacteria strains in canine urologic syndrome .....                                                                                          | 154 |

CZU 633.11:581.16

## GRAIN QUALITY OF TETRAPLOID WHEAT *TRITICUM DURUM* DESF. VAR. *FALCATOMELANOPUS* JAKUBZ. & FILAT

Liana RELINA, Liudmyla VECHERSKA, Roman BOHUSLAVSKYI, Oleg GOLIK

Plant Production Institute nd. a. V. Ya. Yuriev of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

**Abstract.** *Triticum durum* var. *falcatomelanopus* is tetraploid wheat with some valuable traits, though it is scarcely described in literature. Given that this convariety can be promising material for breeding, our objective was to evaluate the quality, performance and processing parameters of its grain. Grain harvested in 2015, 2016 and 2017 was analyzed. The protein content was determined by Kjeldahl digestion. The carotenoid level was spectrophotometrically assessed in acetone extracts. The antiradical activity was investigated by DPPH• assay in ethanol extracts. The contents of trace minerals were determined by atomic absorption spectrometry. The parameters under investigation were divergently affected by weather conditions. Our results have demonstrated that *T. durum* var. *falcatomelanopus* is a source of large seeds; it can be used in wheat breeding as a source of high iron and sufficient zinc contents, balanced copper content, high vitreousness and grain hardness; it cannot be referred to high-carotenoid or high-antioxidant, or high-protein species.

**Key words:** Antiradical activity; Carotenoids; Grain hardness; Protein content; Trace minerals; *Triticum durum* var. *falcatomelanopus*; Vitreousness.

### INTRODUCTION

Tetraploid wheat *Triticum durum* Desf. var. *falcatomelanopus* Jakubz. & Filat. was first described in 1932 (Udachin, R. 1973). It is a late-ripening form occurring in small locations in the countries of the Middle East (Syria, Israel, Jordan) and Central Asia. This wheat is relatively cold-tolerant (in comparison with other spring wheat from the same areal) (Udachin, R. 1973), and, despite considerable height, lodging-resistant due to thick straw. Plants require considerable water during the growing season. *T. durum* var. *falcatomelanopus* is sufficiently resistant to brown and yellow rusts. The caryopsis size is remarkable: up to 10 mm. The vitreousness is high: up to 75%. Another benefit of this convariety is easy threshing (Dorofeev, V. 1987).

This wheat is scarcely described in literature, and its grain quality has not been investigated at all. *T. durum* var. *falcatomelanopus* can be a promising, though little studied, source for breeding to expand biodiversity of tetraploid wheat species. From this perspective, *our objective was to evaluate the grain quality parameters (protein content, carotenoid level, antioxidant activity and trace mineral contents) in T. durum* var. *falcatomelanopus* as well as performance and processing parameters of *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain.

### MATERIALS AND METHODS

The analyses were carried out on *T. durum* var. *falcatomelanopus* (accession IR 00137) from a collection of the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine. The plants were grown on typical black soil. Grain harvested in 2015, 2016 and 2017 (years with various weather conditions) was used in analyses. All the accessions, including cultivars mentioned for comparison, durum wheat *Spadshchyna* and emmer *Holikovska*, were grown under identical conditions using conventional agro techniques.

The protein content was determined by Kjeldahl digestion (S'aez-Plaza, P. et al. 2013a; 2013b). The carotenoid level was spectrophotometrically assessed in acetone extracts as described in Luterotti, S. et al. (2010). The antiradical activity (ARA) was investigated in ethanol extracts by DPPH• assay (Syta, O. et al. 2018; Żmijewski, M. et al. 2015). The contents of iron, zinc and copper were determined by atomic absorption spectrometry (Jorhem, L. et al. 2008). The test weight and vitreousness were evaluated in compliance with the State Standard of Ukraine (3768:2010). The grain hardness was determined on a YPD-300 hardness tester (Ltpm China) (measuring force applied to crush kernels) by the method developed by A.V. Yarosh et al (2014) and expressed in newtons. The data presented as mean  $\pm$  SEM.

### RESULTS AND DISCUSSIONS

The protein content in *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain was within 12.2 - 15.7% (see Table 1),



with the average of  $13.7\% \pm 0.9$ , so this variety cannot be considered a high-protein one, as good durum wheat grain contains 15-18 % of protein (grade I grain has  $\geq 14.0\%$  of protein (the State Standard of Ukraine 3768:2010). However, it is comparable with the average (2015-2017) protein content in grain of domestic emmer variety Holikovska bred at the Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS -  $13.3\% \pm 1.6$ . The lowest protein content ( $12.2 \pm 0.9\%$ ) was recorded in 2016, when the temperature during the ‘green mass development’ and ‘grain filling’ periods reached its peak ( $20.9^\circ\text{C}$  and  $23.2^\circ\text{C}$ , respectively) over the study years, which is typical for wheat. There was no obvious relationship between the protein content and the precipitation amount. It is known that grain protein content negatively correlates with grain size (Abdipour, M. et al. 2016; Shewry, P. et al. 2013). The *Gpc-B1* locus was found to regulated senescence and grain protein content in wheat (Uauy, C. et al. 2006a). The common wild allele encodes a transcription factor that accelerates senescence and increases grain protein (as well as zinc and iron contents, see below). A nonfunctional *GPC-B1* (silenced by RNAi) allele delayed senescence and significantly reduced protein content in grain (Uauy, C. et al. 2006b). This alteration is thought to result in larger seeds due to non-accelerated grain maturity (Nadolska-Orczyk, A. et al. 2017). It is possible that *T. durum* var. *falcatomelanopus* carries a nonfunctional *GPC-B1*, which accounts for relatively low protein content and large grain, since slower senescence is associated with larger seeds.

**Table 1.** Biochemical parameters of *Triticum durum* var. *falcatomelanopus* grain

| Earing date | Green mass development |                             | Grain filling   |                             | Protein content, % | Carotenoid content, mg/kg | ARA, CGAE/ g of seeds |
|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
|             | $\Sigma_p$ , mm        | $t_{av}$ , $^\circ\text{C}$ | $\Sigma_p$ , mm | $t_{av}$ , $^\circ\text{C}$ |                    |                           |                       |
| 06.12.2017  | 41                     | 18.1                        | 49              | 21.6                        | $13.3 \pm 1.3$     | $3.43 \pm 0.2$            | $380 \pm 16$          |
| 06.20.2016  | 157                    | 20.9                        | 107             | 23.2                        | $12.2 \pm 0.9$     | $3.85 \pm 0.5$            | $440 \pm 19$          |
| 06.18.2015  | 56                     | 18.6                        | 108             | 20.9                        | $15.7 \pm 1.6$     | $2.29 \pm 0.1^{**}$       | $384 \pm 15$          |

Note (here and in Table 2):  $\Sigma_p$  = precipitation amount;  $t_{av}$  = average temperature.

\*\* - 2016 - 2015 and 2017-2015 significant differences,  $p \leq 0.001$ .

Staples are not considered an important source of vitamins, antioxidants or minerals in the diet. However, there is an opinion (Garcia-Oliveira, A. et al. 2018; Kumar, S. et al. 2014) that because of high staple consumption, any increase in concentrations of these substances may have a significant effect on human nutrition and health. As of 2013, wheat products made up 179.26 g of food/capita/day, or 15.87 g of protein/capita/day, or 527 kcal/capita/day (Food supply quantity), in 2013 (FAOSTAT 2013).

Carotenoid content is a determinant of wheat nutritional value and affects end-product quality. Carotenoids have vitamin A activity and can also act as antioxidants. Carotenoids appear to be protective against cancer. Wheat grain generally contains very low carotenoid amounts and in order to enrich wheat grain with carotenoids, new high-carotenoid sources are searched for. The carotenoid content in *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain was medium: 2.29 - 3.85 mg/kg (although significantly higher than the carotenoid content in grain of emmer Holikovska -  $0.86 \pm 0.05$  mg/kg). It is considered that high quality bright-yellow pasta can be made of grain containing not less than 5.5 mg/kg of carotenoids (Abdel-Aal, S. et al. 2012). Hence, this wheat cannot be referred to high-carotenoid ones. In this respect, *T. durum* var. *falcatomelanopus* is unlike to another tetraploid wheat, *Triticum timopheevii*, which had the lowest carotenoid content (2.72 mg/kg; range 2.72 - 3.54 mg/kg) in 2016 (Relina, L. et al. 2018). This can be due to an extremely large size of *T. durum* var. *falcatomelanopus* seeds, as metabolism and efflux of substances from vegetative tissues to grain in large-seeded forms may differ from those in small- and medium-seeded ones [see above].

Antioxidant content is another determinant of wheat nutritional value. Many authors believe that antioxidants could prevent chronic diseases (Zhang, Y. et al. 2015). The average ARA in *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain amounted to  $401 \pm 19$  chlorogenic acid equivalents (CGAE) /g of seeds, which is lower than in durum wheat grain, cv. Spadshchyna bred at the Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS ( $525 \pm 39$  CGAE /g of seeds) or in emmer Holikovska ( $569 \pm 19$  CGAE /g of seeds) (Vecherska, L. et al. 2018). This parameter varied from 380 CGAE /g of seeds in 2017 to 440 CGAE /g of seeds in 2016. Thus, the highest ARA was associated with the highest air temperature during the periods of green mass development and grain filling (like the carotenoid content). This may be due to plants' response to increased temperatures as a stress factor. It is known that different stresses (including rising temperature)



can activate antioxidant system (Uarrot, V. et al. 2018; Shamloo, M. et al. 2017), with carotenoids and radical scavenging compounds being its parts. Thus, *T. durum* var. *falcatomelanopus* responses to increased temperature by accumulation of these compounds. Similarly, in *T. timopheevii* grain, the ARA was the highest ( $628 \pm 25$  CGAE /g of seeds) in 2017, which was characterized by the scantiest rainfall (drought stress) during the crucial periods (Relina, L. et al. 2018), and a positive correlation was observed between seed antioxidants and drought tolerance in other plant species (Lakshmi, S. et al. 2018). Relatively low antiradical activity of *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain can also be attributed to its size, since a negative correlation was observed between contents of antioxidants and seed size (Shewry, P. et al. 2013).

Some minerals are essential in metabolism or for the synthesis of essential compounds. It is estimated that over three billion people experience micronutrient deficit worldwide (Bouis, H. et al. 2017; White, P. et al. 2009). Currently, mineral malnutrition is considered a very serious global challenge (Bailey, R. et al. 2015; Stein, A. et al. 2010). Iron deficiency is the most common nutritional deficiency in the world (Dlouhy, A. et al. 2013; Hider, R. et al. 2013). Bread and breakfast cereals are sometimes specifically fortified with iron (Gera, T. et al. 2012), therefore, there is a chance to breed high-iron wheat cultivars.

The iron content in commercial durum wheat varies within 25.7-40.5 mg/kg (Magallanes-López, A. et al. 2017), though S. Nadaf (2010) reported of unusually high iron content in durum wheat and emmer varieties: 76.0-84.0 mg/kg and 70.0-75.2 mg/kg, respectively. Other researchers published that the iron content in durum wheat grown in India ranged 29.1 to 51.0 mg/kg (Himani, M. et al. 2017). *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain contains 35.15 - 44.42 mg/kg of iron (see Table 2), which is considerably higher than the iron levels in commercial durum wheat cultivars and comparable to the iron content in emmer grain (49 mg/kg in Polish emmer (Suchowilska, E. et al. 2012) and around  $40 \pm 2.65$  mg/kg in grain of variety Holikowska). This variation can be attributed to weather fluctuations during crucial periods in the plant development. The grain accumulated 44.42 mg/kg of iron, when the precipitations amounts were 56 mm and 108 mm during the periods of green mass development and grain filling, respectively. The plant massively intakes minerals from the soil during the green mass development. The increase in the precipitations amount in this period was associated with a reduction in the iron content, though the species prefers moist conditions, and a decrease in the precipitation to 41 mm was even accompanied by more drastic drop in the iron content. Here we can assume that too abundant rainfall dilutes minerals in the soil, and scanty rainfall does not allow the plant to intake them from the soil. Abundant precipitation during the grain filling period (108 mm) did not reduce the iron content, as the consumption of minerals was over by this time. There was no apparent relationship between the iron content and air temperatures during the crucial periods of the plant development. Thus, 2015 was the most favorable year for iron accumulation by *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain. Despite this variation, *high iron content in grain appears to be genetically intrinsic to T. durum* var. *falcatomelanopus*, hence it can serve as a source of high iron content.

**Table 2.** Mineral contents in *Triticum durum* Desf. var. *falcatomelanopus* grain in different years

| Earing date | Green mass development |         | Grain filling   |         | Minerals       |                    |                                    |
|-------------|------------------------|---------|-----------------|---------|----------------|--------------------|------------------------------------|
|             | $\Sigma p$ , mm        | tav, °C | $\Sigma p$ , mm | tav, °C | Zn             | Fe                 | Cu                                 |
| 06.12.2017  | 41                     | 18.1    | 49              | 21.6    | $34.8 \pm 1.2$ | $35.2 \pm 1.0$     | $3.72 \pm 0.10 @@$                 |
| 06.20.2016  | 157                    | 20.9    | 107             | 23.2    | $32.4 \pm 0.9$ | $41.0 \pm 1.63 \#$ | $0.83 \pm 0.04 @@ \textcircled{R}$ |
| 06.18.2015  | 56                     | 18.6    | 108             | 20.9    | $31.5 \pm 0.9$ | $44.4 \pm 2.4 \##$ | $0.17 \pm 0.02$                    |

Note: # - 2017 - 2016 significant differences,  $p \leq 0.05$ ; ## - 2017 - 2015 significant differences,  $p \leq 0.001$ ; @@ - 2017 - 2015 and 2016-2015 significant differences,  $p \leq 0.001$ ;  $\textcircled{R}$  - 2017 - 2016 significant differences,  $p \leq 0.001$ .

Zinc is also an essential trace element for humans. Wheat (especially germ and bran) is among the food plants that contain the most zinc (Deshpande, J. et al. 2013). For fortification of foods, cereals are recommended as a cheap, stable source of zinc that is as easily absorbed (Shah, D. et al. 2016). The zinc content in commercial durum wheat varies within 24.8-48.8 mg/kg (Magallanes-López, A. et al. 2017). The zinc content in durum wheat varieties grown in India was within 20.3-46.9 mg/kg (Himani, M. et al. 2017; Nadaf, S. 2010). The maximum allowable concentration of zinc in grain is 50.0 mg/kg



(Feschenko, V. 2014). *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain contains 31.5 - 34.8 mg/kg of zinc (see Table 2), which is comparable to commercial durum wheat and our emmer, variety Holikovska (around 31.0 mg/kg), and somewhat less than in Polish emmer grain (54 mg/kg (Suchowilska, E. et al. 2012)) and much higher than in Indian emmer (13.5 - 15.2 mg/kg (Nadaf, S. 2010)). The zinc content-weather conditions relationship was opposite to the iron content-weather conditions relationship, which was unexpected, since the high grain protein content gene (*GPC-B1*) was also shown to confer higher concentrations of both Fe and Zn in grain (Distelfeld, A. et al. 2007; Cakmak, I. et al. 2004). Correlations between Zn and Fe contents were positive for wild emmer and domesticated emmer (Chatzav, M. et al. 2010; Peleg, Z. et al. 2008; Distelfeld, A. et al. 2007; Cakmak, I et al. 2004). Lack of similar correlations in *T. durum* var. *falcatomelanopus* can be also due to its large grain (Nadolska-Orczyk, A. et al. 2017).

Copper is another essential trace element. The variations in this parameter can be wide: 3.12-12.2 mg/kg in durum wheat (Himani, M. et al. 2017; Nadaf, S. 2010). In Russian wheat grain the copper content ranged within 2.0-12.8 mg/kg, depending on the cultivation site (Pugaev, S. 2013). Other Russian researchers report that the copper level in spring wheat grain averaged  $5.15 \pm 0.40$  mg/kg (throughout 10 year), with the maximum allowable concentration of 10 mg/kg (Feschenko, V. 2014). Suchowilska E. et al (2012) published that the grain of a related species, *Triticum dicoccum*, contained 4.4 mg/kg of copper. S. Nadaf (2010) reported a much higher copper content in *T. dicoccum* varieties: within 11.3-14.3 mg/kg. *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain contained of 0.165 - 3.680 mg/kg of copper in different years (see Table 2). Thus, such levels can contribute to filling the need of human body for copper, on the one hand, and are far below the maximum allowable concentration, on the other hand. The variations copper content does not seem to have any relations to the weather fluctuations during the periods of green mass development and grain filling, since the minimal ( $0.17 \pm 0.02$  mg/kg) and maximal ( $3.72 \pm 0.1$  mg/kg) were both associated with similar air temperatures ( $18.6^{\circ}\text{C}$  and  $18.1^{\circ}\text{C}$ , respectively) and precipitation amounts (56 mm and 41 mm, respectively) during green mass development. The rainfall during the grain filling period appears to have no influence on this parameter, either. The temperature of  $23.2$ - $23.5^{\circ}\text{C}$  during the grain filling period is associated with lower values of the copper content, though this association remains unexplained at the moment. Divergent changes in the contents of iron, zinc and copper can be attributed to different pathways and roles of these ions in plant physiology.

Concurrently with biochemical characterization, we measured performance and processing parameters of *T. durum* var. *falcatomelanopus*. The average 1000-seed weight was  $68.3 \pm 0.8$  g (Table 3), meaning that *T. durum* var. *falcatomelanopus* has large-sized grain and is to be involved in crossing as a source of large seeds. However, its ability to transfer this feature to other genomes (to become a donor) needs further verification. The test weight and vitreousness are criteria for determining grain grade. The test weight was around 836 g/L, which is sufficiently high, as the minimal test weight for durum wheat is set on 700 g/L, and grade I grain has  $\geq 750$  g/L (DSTU 3768:2010). The vitreousness was rather high - 72%, which is valuable for easy milling (grade I grain has  $\geq 70\%$  vitreousness (State Standard of Ukraine 3768:2010)). The grain hardness is one of the key determinants of milling behavior and has a great influence on flour and dough quality. For example, the grain hardness was shown to correlate with bread-making quality (Fedotov, V 2011; Medvedev, P. et al. 2015). The *T. durum* var. *falcatomelanopus* grain hardness was on average 268 N. It is difficult to compare different researchers' data, as they use different techniques and devices to measure the grain hardness. However, Veha A. et al. (2011) cross-checked the Hardness Index (HI) produced Perten SKCS 4100 equipment against maximum breaking force in Newtons produced by Lloyd 1000R Testing Machines. Using their data, we can assume that 268 N correspond to HI  $\gg 66$ . Using Szabo B. et al's data (2007), we obtain a similar result. This means that *T. durum* var. *falcatomelanopus* is likely to belong to hard wheat varieties or to hard/medium hard bread wheat varieties according to Haraszi R. et al's (2016) classification.

**Table 3.** Technological parameters of *Triticum durum* var. *falcatomelanopus* grain

| Year | Grain hardness, N | Test weight, g/L | Vitreousness, % | 1000-grain weight, g |
|------|-------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| 2017 | 266 $\pm$ 11      | 836 $\pm$ 7      | 74 $\pm$ 0.8    | 68.6 $\pm$ 0.9       |
| 2016 | 278 $\pm$ 11      | 842 $\pm$ 8      | 68 $\pm$ 0.8    | 69.4 $\pm$ 1.1       |
| 2015 | 259 $\pm$ 10      | 830 $\pm$ 7      | 84 $\pm$ 1.1    | 66.8 $\pm$ 0.8       |



## CONCLUSIONS

Thus, our results have demonstrated that 1) *T. durum* var. *falcatomelanopus* is a source of large seeds. It should be verified if it can transfer this trait to offsprings in crossing with other accessions; 2) *T. durum* var. *falcatomelanopus* can be used in wheat breeding not only as a source of resistance to fungal diseases, but also as a source of high iron and sufficient zinc contents, balanced copper content, high vitreousness and grain hardness; 3) *T. durum* var. *falcatomelanopus* cannot be referred to high-carotenoid or high-antioxidant, or high-protein species.

## REFERENCES

1. ABDEL-AAL, S.M., RABALSKI, I. (2012). AACCI approved methods technical committee report: a new AACCI approved method for the determination of the total carotenoid content of cereal whole grain and refined flours. In: Cereal Foods World, vol. 57(6), pp. 289-294. DOI 10.1094/CFW-57-6-0289.
2. ABDIPOUR, M. et al. (2016). Association between Grain Size and Shape and Quality Traits, and Path Analysis of Thousand Grain Weight in Iranian Bread Wheat Landraces from Different Geographic Regions. In: Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, vol. 44(1), pp. 228-236. DOI 10.15835/nbha44110256.
3. BAILEY, R.L., WEST jr., K.P., BLACK, R.E. (2015). The Epidemiology of Global Micronutrient Deficiencies. In: Annales de Nutrition et Metabolism, vol. 66 (suppl. 2), pp. 22-33. DOI 10.1159/000371618.
4. BOUIS, H.E., SALTZMAN, A. (2017). Improving nutrition through biofortification: A review of evidence from Harvest Plus, 2003 through 2016. In: Global Food Security, vol. 12, pp. 49-58. DOI 10.1016/j.gfs.2017.01.009.
5. CAKMAK, I. et al. (2004). Triticum dicoccoides: an important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. In: Soil Science and Plant Nutrition, vol. 50(7), pp. 1047-1054. DOI 10.1080/00380768.2004.10408573.
6. CHATZAV, M. et al. (2010). Genetic diversity for grain nutrients in wild emmer wheat: potential for wheat improvement. In: Annals of Botany, vol. 105 (7), pp. 1211-1220. DOI 10.1093/aob/mcq024.
7. DESHPANDE, J.D., JOSHI, M.M., GIRI, P.A. (2013). Zinc: The trace element of major importance in human nutrition and health. In: International Journal of Medical Science and Public Health, vol. 2(1), pp. 1-6. DOI 10.5455/ijmsph.2013.2.1-6.
8. DISTELFELD, A. et al. (2007). Multiple QTL-effects of wheat Gpc-B1 locus on grain protein and micronutrient concentrations. In: Physiologia Plantarum, vol. 129, pp. 635-643. DOI 10.1111/j.1399-3054.2006.00841.x.
9. DLOUHY, A.C., OUTTEN, C.E. (2013). Iron Uptake, Trafficking and Storage: Chapter 8.4. In: BANCI, Lucia, ed. Metallomics and the Cell. Metal Ions in Life Sciences. 12. Springer. DOI 10.1007/978-94-007-5561-1\_8. ISBN 978-94-007-5560-4.
10. DOROFEEV, V.F. (1987). Wheat varieties of the world. Leningrad: Agropromizdat. 413 p. (in Russian).
11. DSTU 3768:2010. Wheat: Technical specifications. Valid from 01. 04.2010 (in Ukrainian).
12. FAOSTAT 2013. Available: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
13. FEDOTOV, V.A. (2011). Factors of formation of consumer properties of grain/flour products. In: Vestnik OGU, vol. 4(123), pp. 186-190. Available: <https://cyberleninka.ru/article/v/factory-formirovaniya-potrebitelskih-svoystv-zernomuchnyh-tovarov> (in Russian).
14. FESCHENKO, V.P. (2014). The ecological state of cereals in the Novosibirsk region by contents of heavy metals. In: Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya, nr. 5. Available: [www.science-education.ru/ru/article/view?id=15088](http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15088) (in Russian).
15. GARCIA-OLIVEIRA, A.L. et al. (2018). Genetic basis and breeding perspectives of grain iron and zinc enrichment in cereals. In: Frontiers in Plant Science, vol. 9, p. 937. DOI 10.3389/fpls.2018.00937.
16. GERA, T. et al. (2012). Effect of iron-fortified foods on hematologic and biological outcomes: Systematic review of randomized controlled trials. In: American Journal of Clinical Nutrition, vol. 96, pp. 309-324. doi: 10.3945/ajcn.111.031500.
17. HARASZI, R. et al. (2016). Using rheological phenotype phases to predict rheological features of wheat hardness and milling potential of durum wheat. In: Cereal Chemistry, vol. 93(4), pp. 369-376. DOI 10.1094/CCHEM-12-15-0255-R.
18. HIDER, R.C., KONG, X. (2013). Iron: Effect of Overload and Deficiency. In: Metal Ions in Life Sciences, vol. 13, pp. 229-294. DOI 10.1007/978-94-007-7500-8\_8.
19. HIMANI, M.S., SETHI, S.K. (2017). Variation in mineral micronutrient content in durum (Triticum durum L.) wheat genotypes under rain fed conditions. In: International Journal of Chemical Studies, vol. 5(6), pp. 2153-2156. ISSN 2349-8528.
20. JORHEM, L. et al. (2008). Elements in rice on the Swedish market: Part 2. Chromium, copper, iron, manganese



- se, platinum, rubidium, selenium and zinc. In: Food Additives and Contaminants, vol. 25(7), pp. 841-850. DOI 10.1080/02652030701701058.
21. KUMAR, S., RAO, M., GUPTA, N.C. (2014). Breeding for High Iron and Zinc Content in Cultivated Wheat Research & Reviews. In: Journal of Crop Science and Technology, vol. 3(3), pp. 6-9 ISSN 2319-3395.
  22. LAKSHMI, S.U. et al. (2018). Seed Antioxidants Interplay with Drought Stress Tolerance Indices in Chilli (*Capsicum annuum* L) Seedlings. In: BioMed Research International, vol. 2018. Article ID 1605096. 14 p. DOI 10.1155/2018/1605096.
  23. LUTEROTTI, S., KLJAK, K. (2010). Spectrophotometric Estimation of Total Carotenoids in Cereal Grain Products. In: Acta Chimica Slovenica, vol. 57(4), pp. 781-787. ISSN 1318-0207.
  24. MAGALLANES-LÓPEZ, A.M. et al. (2017). Variability in iron, zinc and phytic acid content in a worldwide collection of commercial durum wheat cultivars and the effect of reduced irrigation on these traits. In: Food Chemistry, vol. 15(237), pp. 499-505. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.05.110.
  25. MEDVEDEV, P.V., FEDOTOV, P.V., BOCHKARYOVA, I.A. (2015). Comprehensive assessment of consumer properties of grain and its products. In: Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal, vol. 7-1 (38), pp. 77-80. Available: <https://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/7-1-38.pdf> (in Russian).
  26. NADAF, S. (2010). Studies on biochemical quality parameters of wheat as influenced by location. Thesis for the degree of Master of Science (agriculture) in plant biochemistry. Department of Biochemistry, College of Agriculture, Dharwad University of Agricultural Sciences. Dharwad, India, 2010. Available: <http://krishikosh.egranth.ac.in/displaybitstream?handle=1/84871>.
  27. NADOLSKA-ORCZYK, A., RAJCHE, I.K., ORCZYK, W., GASPARIS, S. (2017). Major genes determining yield-related traits in wheat and barley. In: Theoretical and Applied Genetics, vol. 130(6), pp. 1081-1098. DOI 10.1007/s00122-017-2880-x.
  28. PELEG, Z., et al. (2008). Grain zinc, iron and protein concentrations and zinc-efficiency in wild emmer wheat under contrasting irrigation regimes. In: Plant and Soil, vol. 306(1-2), pp. 57-67. DOI 10.1007/s11104-007-9417-z.
  29. PUGAEV, S.V. (2013). Contents of heavy metals in grain of winter and spring wheat grown in different environmental conditions. In: Vestnik Mordovskogo Universiteta, vol. 3-4, pp. 89-93. (in Russian).
  30. RELINA, L.I. et al. (2018). Grain quality of tetraploid wheat *Triticum timopheevii* (Zhuk.) Zhuk. In: Seleksiya i Nasinnystvo, vol. 114, pp. 106-119. DOI 10.30835/2413-7510.2018.152144
  31. S'AEZ-PLAZA, P., et al. (2013a). An overview of the Kjeldahl method of nitrogen determination. Part I. Early history, chemistry of the procedure, and titrimetric finish. In: Critical Reviews in Analytical Chemistry, vol. 43(4), pp. 178-223. DOI 10.1080/10408347.2012.751786.
  32. S'AEZ-PLAZA, P., et al. (2013b). An overview of the Kjeldahl method of nitrogen determination. Part II. Sample preparation, working scale, instrumental finish, and quality control. In: Critical Reviews in Analytical Chemistry, vol. 43(4), pp. 224-272. DOI 10.1080/10408347.2012.751787.
  33. SHAH, D. et al. (2016). Fortification of staple foods with zinc for improving zinc status and other health outcomes in the general population. In: Cochrane database of systematic reviews, vol. 9, art. No CD010697. ISSN 1361-6137.
  34. SHAMLOO, M. et al. (2017). Effects of genotype and temperature on accumulation of plant secondary metabolites in Canadian and Australian wheat grown under controlled environments. In: Scientific Reports, vol. 7, p. 9133. DOI 10.1038/s41598-017-09681-5.
  35. SHEWRY, P.R. et al. (2013). Natural variation in grain composition of wheat and related cereals. In: Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 61(35), pp. 8295-8303. DOI: 10.1021/jf3054092.
  36. STEIN, A.J. (2010). Global impacts of human mineral malnutrition. In: Plant and Soil, vol. 335(1-2), pp. 133-154. DOI 10.1007/s11104-009-0228-2.
  37. SUCHOWILSKA, E., WIWART, M., KANDLER, W., KRSKA, R. (2012). A comparison of macro- and microelement concentrations in the whole grain of four *Triticum* species. In: Plant soil environment, vol. 58 (3), pp. 141-147. DOI 10.17221/688/2011-PSE.
  38. SYTAR, O. et al. (2018). Bioactive phytochemicals and antioxidant properties of the grains and sprouts of colored wheat genotypes. In: Molecules, vol. 23(9), 14 p. DOI 10.3390/molecules23092282.
  39. SZABO, B.P., VEHA, A., GYIMES, E. (2007). Measuring the wheat kernel hardness. In: Review of faculty of engineering : analecta technica Szegedinsia, vol. 1, pp. 97-100. Available: [http://acta.bibl.u-szeged.hu/11766/1/engineering\\_2007\\_097-100.pdf](http://acta.bibl.u-szeged.hu/11766/1/engineering_2007_097-100.pdf).
  40. UARROTA, V.G. et al. (2018). Revisiting Carotenoids and Their Role in Plant Stress Responses: From Biosynthesis to Plant Signaling Mechanisms During Stress Chapter. In book: Antioxidants and Antioxidant Enzymes in Higher Plants. pp. 207-232. DOI 10.1007/978-3-319-75088-0\_10.
  41. UAUY, C., BREVIS, J.C., DUBCOVSKY, J. (2006a). The high grain protein content gene *Gpc-B1* accelerates senescence and has pleiotropic effects on protein content in wheat. In: Journal of Experimental Botany, vol. 57, pp. 2785-2794. DOI 10.1093/jxb/erl047.

- 
42. UAUY, C., et al. (2006b). A NAC gene regulating senescence improves grain protein, zinc, and iron content in wheat. In: *Science*, vol. 314, pp. 1298-1301. DOI 10.1126/science.1133649
  43. UDACHIN, R.A. (1973). Wheats of Kyrgyzstan. In: *Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Selektzii*, vol. 50(1), p. 320. ISSN 2227-8834. (in Russian).
  44. VECHERSKA, L.A. et al. (2018). The total antioxidant activity in grain of emmer cultivars and lines bred at the Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev. In: *Topical Issues of Agrarian Science: Proceedings of the 6th intern. sci.-practical conf. Kyiv: Osnova*, pp. 51-52. (in Ukrainian).
  45. VEHA, A., SZABY, P.B., GYIMES, E. (2011). Different method to determine the kernel hardness of Hungarian winter wheat varieties. In: *7th International Conference Integrated Systems for Agri-Food Production*, Sipa. Nyíregyháza, Hungary, vol. 10-12. Available: <http://www.agir.ro/buletine/1300.pdf>.
  46. WHITE, P.J., BROADLEY, M.R. (2009). Bio fortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets-iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. In: *New Phytologist*, vol. 182(1), pp. 49-84. DOI 10.1111/j.1469-8137.2008.02738.x.
  47. YAROSH, A.V. et al. (2014). Method for evaluating grain hardness in winter bread wheat. In: *Henetychni Resursy Roslyn*, vol. 15, pp. 120- 131. ISSN 2309-7345. (in Ukrainian).
  48. ZHANG, Y.J. et al. (2015). Antioxidant Phytochemicals for the Prevention and Treatment of Chronic Diseases. In: *Molecules*, vol. 20(12), pp. 21138-21156. DOI 10.3390/molecules201219753.
  49. ŻMIJEWSKI, M., SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, A., PEJCZ, E., ORZEŁ, D. (2015). Antioxidant activity of rye bread enriched with milled buckwheat groats fractions. In: *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, vol. 66(2), pp. 115-121. ISSN 0035-7715.

Data prezentării articolului: 04.03.2019

Data acceptării articolului: 10.04.2019



CZU 633.11"324":631.527(477)

## THE INTERRELATION BETWEEN THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT AND WEATHER CONDITIONS IN AUTUMN AND EARLY SPRING PERIODS IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

Mykola MOSTIPAN<sup>1</sup>, Nazar UMRYSKHIN<sup>2</sup>, Valeriy MYTSENKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Agricultural Steppe of the National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine

**Abstract.** The main objective of the study was to create scientific and methodological bases for the development, implementation and correction of ecologically adaptive technologies of winter wheat growing in the northern Steppe of Ukraine, depending on the terms of the cessation of vegetation in autumn and its recovery in spring. Winter wheat was sown after black fallow and corn for silage at different dates of sowing from August 25 to October 2, at the intervals of 6-7 days. It has been proved that the terms of the end of autumn vegetation of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine influences the productivity of its crops. Higher productivity is formed when growing winter wheat after black fallow and maize for silage in the years when the autumn vegetation ends in the third decade of November. The productivity is respectively 5.67 and 5.58 t/ha. Earlier and later cessation of vegetation causes a decrease in the productivity of winter wheat. The lowest productivity after the two predecessors is formed in the years when the autumn vegetation ends in the first decade of November. For all periods of the autumn vegetation cessation the highest productivity after black fallow is provided by the crops that are sown on September 17. Only in the years with the very early cessation of autumn vegetation winter wheat sown on September 2 is more productive than its later crops sown on October 2. The productivity is respectively 5.17 and 4.68 t/ha. In all years, with the later cessation of autumn vegetation, late crops form higher productivity than early crops sown on September 2. When winter wheat is sown after the maize for silage, in the years with the very early and late cessation of autumn vegetation, the crops sown on October 2 have higher productivity than the crops sown on September 17 and October 2. The later the vegetation is recovered, the less productivity occurs. In the case of early vegetation recovery (the 3rd decade of February), the productivity of uneven-aged crops is almost the same and ranges from 6.44 to 6.96 t/ha. At the case of late vegetation recovery (early April) the crops sown from 10 to 25 of September, form higher productivity. The average productivity over the years of research was 3.86 – 3.91 t/ha. During the period of spring vegetation recovery, the productivity of crops sown on September 2 and October 2 is almost the same and is respectively 2.99 and 2.88 t/ha, but it is much higher than the productivity of crops sown on August 25.

**Key words:** Winter wheat; Cessation of autumn vegetation; Spring vegetation recovery; Productivity.

### INTRODUCTION

Weather conditions of autumn and spring vegetation of winter wheat are extremely important for the formation of its harvest (Savranchuk, V.V. 2004; Mostipan, M.I. 2005). The quantity of the harvest as well as its quality depends on the beginning of spring vegetation and further conditions of crop development. V.D. Medynets (1968) was the first who discovered and substantiated a significant influence of the time of spring vegetation recovery on the productivity of winter wheat in Ukraine. He also suggested measures to improve the quality of winter wheat grains and to ensure the level of yield stability, depending on the time of recovery of spring vegetation (Medynets, V.D. 1968). In his further publications, V.D. Medynets (1982) proved that the very nature and characteristics of weather conditions at the beginning of the spring vegetation recovery of winter wheat are crucial in forming the productivity of crops. Brazhenko I.P. (2006) stated that early vegetation is better for plants than the late recovery of vegetation.

The conditions of moisture supply during the spring-summer period of vegetation largely determine the productivity of winter wheat in the northern steppe of Ukraine. It is proved that its productivity after black fallow depends to a great extent on the content of productive moisture in the soil at the time of the recovery of spring vegetation and at the beginning of the plants booting. The share of the effect of the productive moisture reserves in the soil in these periods on the productivity of winter wheat after black fallow is 39.7% and 42.1% for the crops sown on August 25, 55.2% and 24.8% for the crops sown on September 10, and 36.3 and 33.8% - for the crops sown on September 25. Winter wheat sown after maize for silage is more dependent on the reserves of productive moisture in the soil at the time of the recovery of spring vegetation (Mostipan, M.I. 2016; Mostipan, M.I. 2017).

The main objective of the study is to create scientific and methodological bases for the development, implementation and correction of ecologically adaptive technologies of winter wheat growing in the northern steppe of Ukraine depending on the terms of cessation of vegetation in autumn and its recovery in spring.

## MATERIALS AND METHODS

Field studies were conducted from 1986 to 2010 at Kirovohrad research station (now Institute of Steppe Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine). Winter wheat was sown after black fallow and maize for silage at different times of sowing from the 25<sup>th</sup> of August to the 2<sup>nd</sup> of October at the intervals of 6-7 days. The cultivation technology was developed at Kirovohrad State Agricultural Research Station.

The soils of the experimental site are black medium-humic, heavy-loam soils. The average annual air temperature, according to Kirovohrad weather station, is equal to plus 7.90°C, and the annual amount of precipitation is 474 mm. The major amount of precipitation falls from May to September. The frosty period lasts 164 days.

During the studies, weather conditions were mostly typical for the zone. At the same time, in each of the years, deviations were noted both in terms of the air temperature and the amount of precipitation. The average daily air temperature during the spring-summer period of vegetation of winter wheat during the years of research was 15, 90°C, varying from 13,40°C in 1990 to 18,10°C in 1996. The amount of precipitation during the spring and summer vegetation also varied during the research. On average, over the years of research, precipitation equalled 182 mm from the time of recovery of spring vegetation to solid ripeness of winter wheat. However, in 1996, during this period, only 61 mm of precipitation fell, which is almost three times less than the average for the years of research and 5 times less than the largest amount of precipitation fallen during the years of research in 1997 (318 mm).

## RESULTS AND DISCUSSIONS

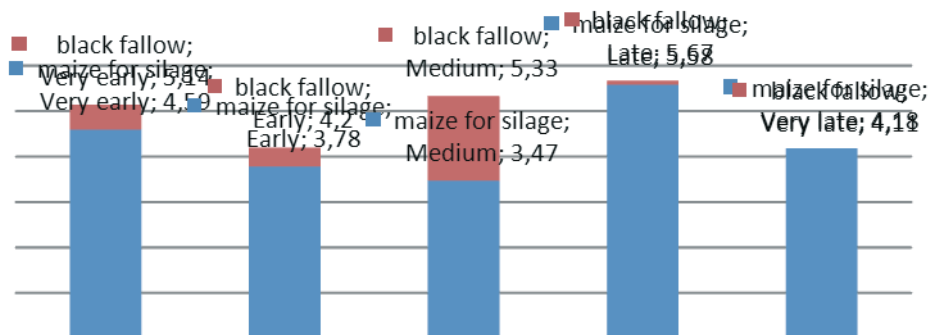
The obtained results of the research show that the terms of cessation of autumn vegetation influence the formation of winter wheat crop. The later the vegetation of plants of winter wheat ceases, the higher is the plant density. Consequently, the density of the stems increases. Extension of autumn vegetation also affects the phytosanitary state of crops. During the period of research the cessation of autumn vegetation of winter wheat occurred in a fairly wide range of calendar dates, from October 20<sup>th</sup> (1998) to December 6<sup>th</sup> (1996). Therefore, for the conditions of the northern steppe of Ukraine it is suggested to distinguish very early cessation of vegetation of winter wheat (third decade of October), early cessation (first decade of November), middle cessation (second decade of November), late cessation (third decade of November) and very late cessation (first decade of December). During the observation period, very early cessation of autumn vegetation was observed for 5 years (25%), early and middle cessation for 7 years (28%), late and very late cessation for 3 years (12%).

The influence of cessation of autumn vegetation of winter wheat on its productivity is complex and can be modified by such agronomic techniques as predecessors and time of sowing. According to the results of studies, the highest productivity of winter wheat (after the two predecessors) was formed in the years with late cessation of autumn vegetation of plants in the third decade of November. Over the years of research, the average productivity of winter wheat after black fallow was 5.67 t/ha and 5.58 t/ha after maize for silage (Fig. 1). In the years with an average cessation of autumn vegetation, the productivity of winter wheat decreased. But a more significant decline was noted after maize for silage. The productivity level after this predecessor decreased from 5.58 to 3.47 t/ha, while after black fallow the productivity was reduced by only 0.34 t/ha.

The results of the research suggest that in the years when autumn vegetation ceases, by the end of the second decade of November, the productivity of winter wheat after black fallow is higher than that of the predecessor of maize for silage. So, in the years after vegetation ceased in the first decade of November, the productivity of winter wheat was respectively 4.2 and 3.78 t/ha. In the years when the end of autumn vegetation occurred later, that is, in the third decade of November or the first decade of December, the



productivity of winter wheat after different predecessors was almost the same. On average, over the years of studies with the cessation of vegetation in the first decade of December, the productivity of winter wheat after black fallow was 4.11 tons/ha, and after maize for silage - 4.18 tons/ha.



**Figure 1.** Productivity of winter wheat depending on the time of cessation of autumn vegetation, t/ha (1987 - 2010)

It is well known that the sowing time has the greatest impact on the bushiness of plants and the density of winter wheat at the time of autumn vegetation cessation, which in turn determines the potential for harvesting [6]. Our research shows that mixed-aged winter wheat has a different reaction to the time of autumn vegetation cessation. In the years of very early cessation of autumn vegetation, the productivity of winter wheat after maize for silage naturally diminished when the sowing time was shifted from September 2<sup>nd</sup> (4.85 t/ha) to October 2<sup>nd</sup> (4.16 t/ha). After black fallow, the productivity of winter wheat is higher than after maize predecessor. The highest productivity is formed at the sowing date of September 17<sup>h</sup> and it is 5.58 t/ha. The crops sown on September 2<sup>nd</sup> are less productive but exceed the crops sown on October 2<sup>nd</sup>. The productivity of crops sown on September 2<sup>nd</sup> averages to 5.17 t/ha, and the crops sown on October 2<sup>nd</sup> equal to 4.68 t/ha (Table 1).

In the years when the autumn vegetation ceases in the third decade of November, the productivity of winter wheat, sown at all times, is higher in comparison with the maize for silage predecessor. After both predecessors, the highest productivity is formed at the sowing date of September 17<sup>h</sup> (5.74 tons/ha) on black fallow and 3.71 tons/ha after maize for silage. It should be noted when winter wheat is sown on black fallow on October 2<sup>nd</sup>, its productivity is higher compared to the sowing time of September 2<sup>nd</sup>; whereas after the maize for silage there is a directly opposite dependence. The crops that were sown on September 2<sup>nd</sup> form higher productivity than the crops sown on October 2<sup>nd</sup>. Their productivity is respectively 3.44 t/ha and 3.27 t/ha.

**Table 1.** Influence of time of cessation of autumn vegetation on productivity of winter wheat, t/ha (1987-2010)

| Vegetation cessation      | Black fallow |       |      | Maize for silage |       |      |
|---------------------------|--------------|-------|------|------------------|-------|------|
|                           | 2.09         | 17.09 | 2.10 | 2.09             | 17.09 | 2.10 |
| Third decade of October   | 5,17         | 5,58  | 4,68 | 4,85             | 4,77  | 4,16 |
| First decade of November  | 3,89         | 4,61  | 4,09 | 3,57             | 3,90  | 3,86 |
| Second decade of November | 4,89         | 5,74  | 5,36 | 3,44             | 3,71  | 3,27 |
| Third decade of November  | 5,33         | 5,85  | 5,82 | 5,76             | 5,77  | 5,20 |
| First decade of December  | 3,53         | 4,56  | 4,25 | 3,58             | 4,45  | 4,50 |

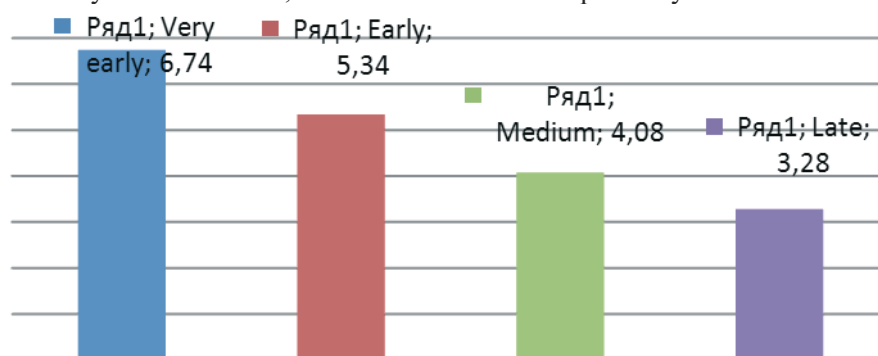
At late cessation of autumn vegetation in the third decade of November, the highest and almost identical productivity of winter wheat is formed after both predecessors. Under such conditions, the

influence of sowing time on the productivity level is the least noticeable. On average, over the years of research, the productivity of winter wheat after black fallow at different times of sowing varied within the limits of 5.33-5.85 t/ha, and after maize for silage - 5.20-5.77 t/ha. During this period of the autumn vegetation cessation, the productivity of winter wheat after maize on silage sown on September 2<sup>nd</sup> is higher than that of black fallow and is respectively 5.76 and 5.33 t/ha.

The excessive period of autumn vegetation, which is characteristic in the years with cessation of vegetation of plants in the first decade of December, leads to the reduction of productivity of all uneven-aged crops of winter wheat compared with the years when the vegetation ceased in the third decade of November. After both predecessors, the productivity of crops sown on October 2<sup>nd</sup> is much higher than that of September 2<sup>nd</sup>. After black fallow it is 4.25 t/ha, and after maize for silage - 4.5 t/ha against 3.53 t/ha and 3.58 t/ha respectively.

The weather conditions of spring period of winter wheat vegetation are extremely important for the formation of its harvest. The quantity of the harvest as well as its quality depends on the beginning of spring vegetation of plants including the conditions of temperature and humidification for their development. The years of research were characterized by different terms of recovery of spring vegetation of winter wheat. The earliest (February 22<sup>nd</sup>) was observed in 1990, and the latest (April 4<sup>th</sup>) in 2003.

The analysis of winter wheat productivity shows that the later is the recovery of spring vegetation, the less is the productivity of winter wheat. At the early recovery of spring vegetation in the third decade of February, the productivity is twice as high as compared with the late recovery in the first decade of April. On average, over the years of research, these indicators were respectively 6.74 and 3.28 t/ha (Fig. 2).



**Figure 2.** The influence of the recovery time of vegetation on productivity of winter wheat after black fallow (1986 - 2005)

The influence of the recovery time of spring vegetation on the productivity of winter wheat depends to a large extent on the sowing time. When the vegetation is recovered in the third decade of February, the productivity of winter wheat is almost independent of the timing of sowing and varies in the range from 6.44 to 6.96 t/ha. Under such conditions, late sowing of crops can compensate the shortage of harvest, which is caused by insufficient bushing of plants during the autumn period of vegetation. In the late sowing time, during early recovery of spring vegetation, there is intensive bushing of plants. At the beginning of booting the crop density increases sharply. The crops of early and very early sowing periods (September 2<sup>nd</sup> and August 25<sup>th</sup>), can fully realize their potential (Table 2).

**Table 2.** Influence of the recovery time of spring vegetation on productivity of mixed-aged wheat crops, t/ha (1986-2005)

| Recovery time of spring vegetation    | Sowing time |        |        |        |        |       |
|---------------------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                                       | 25.VIII     | 02. IX | 10. IX | 17. IX | 25. IX | 02. X |
| Very early (third decade of February) | 6,72        | 6,96   | 6,77   | 6,81   | 6,76   | 6,44  |
| Early (first decade of March)         | 4,40        | 4,73   | 5,55   | 6,02   | 5,90   | 5,41  |
| Medium (third decade of March)        | 3,49        | 3,97   | 4,43   | 4,48   | 4,41   | 3,73  |
| Late (first decade of April)          | 2,23        | 2,92   | 3,91   | 3,91   | 3,86   | 2,88  |

The obtained results allow us to assert that the later the recovery of spring vegetation of winter wheat



is, the more clearly the effect of the time of sowing is manifested. Thus, at early recovery of vegetation, the productivity of winter wheat which was sown during the period from September 10<sup>th</sup> to October 2<sup>nd</sup>, remains high and ranges from 5.41 to 6.02 t/ha. The decrease of productivity is observed only with the crops sown on August 25<sup>th</sup> and September 2<sup>nd</sup>. At late recovery of vegetation, the highest productivity is provided by the crops sown during the period from 10 to 25 September, and their productivity is 3.86 - 3.91 t/ha. But with such a recovery of vegetation, the productivity is sharply reduced both with early and late sowing dates. In terms of sowing on August 25<sup>th</sup> and September 2<sup>nd</sup>, the productivity dropped to 2.23-2.92 t/ha, while late sowing on October 2<sup>nd</sup> dropped to 2.88 t/ha.

Late recovery of vegetation causes a decrease in the productivity of winter wheat, regardless of the sowing time, but it is especially dangerous for the early crops sown on August 25<sup>th</sup> and late crops sown on October 2<sup>nd</sup>. The productivity of early crops for such periods of recovery of spring vegetation decreases more than three times, and the latter - by 2.2 times, as compared with the recovery of vegetation in the third decade of February. The productivity of crops sown on August 25<sup>th</sup> decreases from 6.72 to 2.23 t/ha. The productivity of crops sown on October 2<sup>nd</sup> decreases from 6.64 to 2.88 t/ha. In the late recovery of vegetation, there is a high probability of the complete death of such crops in the early spring, or their significant density decrease.

Winter wheat crops vividly reveal their on-goings during the early recovery of spring vegetation in the first decade of March. The highest productivity is formed at sowing time of September 17<sup>th</sup> and 25<sup>th</sup> and is respectively 6.02 and 5.90 t/ha. This period of vegetation recovery is the shortest for winter wheat sowing. At the same time, the crops sown on October 2<sup>nd</sup> are more productive than the crops sown on August 25<sup>th</sup> and even September 2<sup>nd</sup>. The productivity of crops sown on October 2<sup>nd</sup> amounted to 5.41 t/ha, while crops sown on September 2<sup>nd</sup> equalled 4.73 t/ha. At the later recovery of vegetation, the crops sown on October 2<sup>nd</sup> have less productivity than the crops sown on September 2<sup>nd</sup>.

The weather conditions of the northern steppe of Ukraine are quite variable by the parameters of the temperature. Therefore, during one year of life of winter wheat plants there may be various correlations between the terms of cessation of vegetation in autumn and its recovery in spring. This determines the length of the quiescence of the winter wheat plants. The results of the research indicate that wheat productivity decreases in years with later recovery of spring vegetation for each of the possible periods of autumn vegetation cessation (Table 3). Such a pattern can be traced after the two studied predecessors.

**Table 3.** Productivity of winter wheat, depending on the cessation of vegetation in autumn and recovery of vegetation of plants in spring, t/ha (1986 - 2010)

| Cessation of vegetation | Recovery of vegetation | Predecessor  |                  |
|-------------------------|------------------------|--------------|------------------|
|                         |                        | Black fallow | Maize for silage |
| Very early              | medium                 | 5,68         | 4,10             |
|                         | Late                   | 5,15         | 3,82             |
| Early                   | very early             | 6,33         | 5,65             |
|                         | Early                  | 6,55         | 7,11             |
|                         | medium                 | 4,29         | 3,65             |
|                         | Late                   | 1,66         | 0,56             |
| Medium                  | Early                  | 5,37         | 3,88             |
|                         | Late                   | 4,97         | 3,70             |
| Late                    | medium                 | 5,65         | 5,66             |
| Very late               | medium                 | 4,40         | 4,41             |
|                         | Late                   | 3,38         | 2,78             |

From the data in Table 3 it can be seen that on the background of a very early cessation of autumn vegetation, the productivity of winter wheat after black fallow in the years with medium recovery of spring vegetation was 5.68 t/ha, and in the years of its late recovery, reduced to 5.15 t/ha. When winter wheat was sown after a non-fallow predecessor, winter wheat productivity was 4.1 and 3.82 t/ha respectively.

It was noted above that the terms of cessation of autumn vegetation of winter wheat and its recovery in spring have a significant impact on the productivity of winter wheat. It has been established that the highest productivity of winter wheat, irrespective of its predecessors, is formed in the years with the early cessation of autumn vegetation, that is, in the first decade of November and its recovery - in the first decade of March. At the same time, it should be highlighted that only for such a correlation of the terms of cessation

of vegetation in autumn and its recovery in spring, the crops of winter wheat after non-fallow predecessor provide higher productivity than the crops after black fallow. It is respectively 7.11 and 6.55 t/ha.

The productivity of winter wheat is almost independent of its predecessors at a very late cessation of autumn vegetation in December in the years with average terms of its recovery in spring. On average, after black fallow, the productivity of winter wheat in these years is 4.40 t/ha, and after maize for silage is 4.41 t/ha.

The time of sowing has a very specific influence on the productivity of winter wheat after various predecessors, depending on the ratio of cessation dates of autumn vegetation and its recovery in spring. In the years with a very early cessation of autumn vegetation, at medium and late terms of recovery of spring vegetation, the highest productivity after black fallow is provided by the crops sown on September 17<sup>th</sup> and it is respectively 5.87 and 5.38 t/ha. Moreover, the early sowing on September 2<sup>nd</sup> allows forming higher productivity of winter wheat than late sowing on October 2<sup>nd</sup>. After non-fallow predecessor with a very early cessation of autumn vegetation in the years with the medium recovery of spring vegetation, the productivity of winter wheat decreases from 4.25 t/ha to 3.59 t/ha when sown from September 2<sup>nd</sup> to October 2<sup>nd</sup>. And in the years with late recovery of spring vegetation for the same term of cessation of autumn vegetation, the highest productivity is achieved at the sowing on September 17<sup>th</sup>, but early crops are more productive than late crops (Table 4).

The time of sowing has a great influence on the productivity of winter wheat. But in the years with early cessation of autumn vegetation and very early and medium recovery in spring, the sowing time has no influence. At different periods of sowing, the productivity of winter wheat is almost the same. It is characterised for crops after black fallow as well as after non-fallow predecessor. For example, in the years with early cessation of autumn vegetation and very early recovery in spring, the productivity of mix-aged winter wheat after black fallow varies from 6.46 to 6.26 t/ha. The lowest productivity of winter wheat is formed at the late recovery of spring vegetation with its early cessation in autumn. In such years, early crops on September 2<sup>nd</sup> can die, and the highest productivity is achieved at the sowing time on September 17<sup>th</sup>. It is 3.04 t/ha after black fallow, and 1.12 t/ha after maize for silage. Late sowing on October 2<sup>nd</sup> in these years causes a sharp decline of productivity to 1.16 t/ha after black fallow, and to 0.24 t/ha after non-fallow predecessor.

**Table 4.** *Productivity of mix-aged crops of winter wheat, depending on cessation of vegetation in autumn and its recovery in spring, t/ha (1986 - 2010)*

| Cessation of vegetation | Recovery of vegetation | Black fallow |       |      | Maize for silage |       |       |
|-------------------------|------------------------|--------------|-------|------|------------------|-------|-------|
|                         |                        | 2.09         | 17.09 | 2.10 | 2.09             | 17.09 | 2.10  |
| Very early              | medium                 | 5,33         | 5,87  | 4,34 | 4,25             | 4,0,7 | 3,5,9 |
|                         | late                   | 5,03         | 5,38  | 4,58 | 3,83             | 4,1,3 | 3,5,3 |
| Early                   | very early             | 6,26         | 6,46  | 6,34 | 3,47             | 5,7,5 | 5,8,6 |
|                         | early                  | 7,16         | 6,33  | 6,18 | 7,24             | 6,7,7 | 7,0,2 |
|                         | medium                 | 3,62         | 3,85  | 3,61 | 3,62             | 3,8,5 | 3,6,1 |
|                         | late                   | 0            | 3,04  | 1,16 | 0                | 1,1,2 | 0,2,4 |
| Medium                  | early                  | 2,89         | 3,57  | 2,96 | 2,8,9            | 3,5,7 | 2,9,6 |
|                         | late                   | 4,79         | 5,69  | 4,92 | 3,4,5            | 4,0,3 | 3,8,4 |
| Late                    | medium                 | 5,33         | 5,85  | 5,85 | 5,7,6            | 5,7,7 | 3,4,6 |
| Very late               | medium                 | 4,33         | 5,03  | 4,97 | 3,8,4            | 4,3,9 | 4,5,1 |
|                         | late                   | 2,62         | 4,43  | 3,76 | 1,6,1            | 4,0,8 | 3,4,4 |

The influence of sowing time on the productivity of winter wheat in the years with medium and very late autumn vegetation is quite different from that in years with very early or early cessation. The highest productivity of winter wheat after both predecessors is provided by the crops sown on September 17<sup>th</sup> with such terms of cessation of autumn vegetation, irrespective of the terms of recovery of spring vegetation. Another characteristic feature is that in these years, late crops of winter wheat sown on October 2<sup>nd</sup> after both predecessors have higher productivity than early crops sown on September 2<sup>nd</sup>.

## CONCLUSIONS

Therefore, on the basis of the above material, the following conclusions can be drawn:

- the terms of cessation of autumn vegetation of winter wheat affect its productivity. When growing winter wheat after black fallow and maize for silage, higher productivity is formed in the years when



autumn vegetation ceases in the third decade of November. The productivity is respectively 5.67 and 5.58 t/ha. Early and late cessation of vegetation causes a decrease in productivity of winter wheat. The lowest productivity after the two predecessors is formed in the years when autumn vegetation ceases in the first decade of November;

- mix-aged winter wheat crops have a different reaction to the terms of cessation of autumn vegetation. For all periods of cessation of autumn vegetation, the highest productivity after black fallow is provided by the crops sown on September 17<sup>th</sup>. Only in the years with early cessation of autumn vegetation, winter wheat crops sown on September 2<sup>nd</sup> are more productive than late crops sown on October 2<sup>nd</sup>. Their productivity is respectively 5.17 and 4.68 t/ha. During all years, with later cessation of autumn vegetation, late crops form higher productivity than early crops sown on September 2<sup>nd</sup>. When winter wheat is grown after non-fallow predecessor of maize for silage, the crops sown on October 2<sup>nd</sup> have higher productivity than the crops sown on September 17<sup>th</sup> and October 2<sup>nd</sup> in the years with very early and late cessation of autumn vegetation;

- the productivity of winter wheat in the northern steppe of Ukraine is determined by the time of the recovery of spring vegetation. The later the vegetation is restored, the less productivity it has. In early recovery of vegetation (third decade of February), the productivity of mix-aged crops is almost the same and ranges from 6.44 to 6.96 t/ha. At late recovery of vegetation (early April) higher productivity is formed by the crops sown from 10<sup>th</sup> to 25<sup>th</sup> of September. Their average productivity over the years of research was 3.86 - 3.91 t/ha. During this period of recovery of spring vegetation, the productivity of crops sown on September 2<sup>nd</sup> and October 2<sup>nd</sup> is almost the same and is respectively 2.99 and 2.88 t/ha, but much higher than the productivity of crops sown on August 25<sup>th</sup>;

- the productivity of winter wheat in the northern steppe of Ukraine is determined by a certain ratio of terms of cessation of autumn vegetation and its recovery in spring. The highest productivity after black fallow and non-fallow predecessor of maize for silage is formed in the years with early cessation of vegetation in autumn in the first decade of November and its recovery in spring in the first decade of March and is respectively 6.55 and 7.11 t/ha. At any term of cessation of autumn vegetation, the later recovery of vegetation in spring forms less productivity of winter wheat irrespective of predecessors.

## REFERENCES

1. БРАЖЕНКО, І.П., ГАНГУР, В.В., КРАМАРЕНКО, І.В., ЧЕКРІЗОВ, І.О. et al. (2006). Час відновлення весняної вегетації озимої пшениці - догляд та продуктивність. В: Вісник Полтавської державної аграрної академії, № 1, с. 19-26. ISSN 2415-3354.
2. МЕДИНЕЦ, В.Д. (1968a). О целесообразности пересева пострадавших посевов озимой пшеницы. В: Зерновые и масличные культуры, № 2, с. 13-16.
3. МЕДИНЕЦ, В.Д. (1968b). Прогнозирование и пути повышения качества зерна озимой пшеницы. В: Зерновые и масличные культуры, № 5, С. 8-11.
4. МЕДИНЕЦ, В.Д. (1982). Весеннее развитие и продуктивность озимых хлебов. Москва: Колос. 174 с.
5. МОСТІПАН, М.І., САВРАНЧУК, В.В., ЛІМАН, П.Б. (2005). Вживання рослин та урожайність озимої пшениці залежно від норм висіву в північному Степу України. В: Матеріали наукової конференції молодих вчених. Умань, П.Б, с. 55-58.
6. МОСТІПАН, М.І. (2016). Залежність врожайності посівів озимої пшениці від рівня їх волого забезпечення у північному Степу України. В: Екологічні проблеми сучасності та шляхи їх вирішення: Матеріали II Регіональної науково-практич. конф., Кіровоград, 2016, с. 102 - 108.
7. МОСТІПАН, М.І. (2017). Вологозабезпеченість посівів озимої пшениці у весняно-літній період вегетації та їх врожайність в північному Степу України. В: Вісник Степу: наук. зб. Кіровоград. ін-т агропромислового вир-ва НААН України, вип. 14, с. 77-82. ISBN 978-617-653-033-6.
8. САВРАНЧУК, В.В., МОСТІПАН, М.І., ЛІМАН, П.Б. (2004). Динаміка густоти рослин нових сортів озимої пшениці протягом вегетаційного періоду залежно від строків сівби у північному Степу України. В: Зб.наук. праць Уманського державного аграрного ун-ту, № 58, с. 48-56.
9. САВРАНЧУК, В.В., СЕМЕНЯКА, І.М., ПІКАШ, Л.П., МОСТІПАН, М.І. (2005). Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. Кіровоград: Ліра ЛТД». 264 с.

Data prezentării articolului: 12.03.2019

Data acceptării articolului: 17.04.2019

CZU: 633.11"324":631.526.32

## PRODUCȚIA ȘI CALITATEA SOIULUI DE GRÂU COMUN DE TOAMNĂ BLAGODARKA ODESSKAYA ÎN EXPERIENȚE POLIFACTORIALE

*Victor STARODUB, Ruslan TABACARI**Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** The objective of this paper was to analyze the crop yield of the common winter wheat variety „Blagodarka Odesskaya” in relation to three factors: sowing date, sowing rates and forerunner crops (pea for seeds, sunflower and maize for grain). Under the conditions of the agricultural year 2017/2018 the forerunner pea crop (grown for split peas) was found to be more beneficial than sunflower and maize for grain and it ensured the highest wheat yield (6178.8 kg/ha) due to more favorable conditions for plant growth and development. The yield of wheat kernels after the forerunner sunflower crop constituted 3511.9 kg/ha and after maize for grain – 3780.8 kg/ha or respectively by 2666.9 kg/ha and 2398.0 kg/ha less. The protein and gluten content of wheats belong to class B (precious wheat). Strong wheat with a protein content of over 14% was obtained after pea for seeds at the sowing rates of 6.0 million viable seeds per hectare when sowing was done at admissible time.

**Key words:** *Triticum aestivum*; Sowing date; Sowing rate; Forerunner crop; Crop yield; Protein; Gluten.

**Rezumat.** Această lucrare are ca obiectiv analiza producției de boabe a soiului de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya în funcție de 3 factori: epoca de semănat, norma de semănat și culturile premergătoare (mazăre pentru semințe, floarea-soarelui și porumb pentru boabe). În condițiile anului agricol 2017/2018, premergătorul mazăre pentru semințe s-a dovedit a fi mai avantajos în comparație cu floarea-soarelui și porumb pentru boabe, asigurând cea mai mare recoltă de grâu (6178,8 kg/ha) datorită condițiilor mai favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. Producția de grâu după premergătorul floarea-soarelui a constituit 3511,9 kg/ha, iar după porumb pentru boabe 3780,8 kg/ha, ceea ce este cu 2666,9 kg/ha și, respectiv, 2398,0 kg/ha mai puțin. După conținutul de proteine și gluten, grâul obținut aparține clasei B (grâu prețios). Grâu puternic, cu conținutul de proteină peste 14% s-a obținut după premergătorul mazăre pentru semințe la norma de semănat de 6,0 mil. semințe viabile la hectar.

**Cuvinte cheie:** *Triticum aestivum*; Epocă de semănat; Normă de semănat; Cultură premergătoare; Producție; Proteină; Gluten.

### INTRODUCERE

Grâul de toamnă (*Triticum aestivum*) este una dintre cele mai răspândite culturi de câmp din Republica Moldova, în fiecare an fiind cultivat pe circa 300 mii de hectare. Având în vedere importanța sa economică și rolul deosebit pe care îl deține în alimentația omului, tendința de bază este de creștere a producției. Randamentul anual al grâului comun de toamnă în Republica Moldova nu depășește 4000 kg/ha, pe când în țările europene acesta constituie 8000-9000 kg/ha (Brett, F. Carver, ed. 2009). Valoarea acestei culturi nu se limitează la rolul pe care îl are în alimentație, grâul participând la îmbunătățirea proprietăților fizice ale solului, la curățarea solului de buruieni și la diminuarea numărului de agenți patogeni în rotație. Diversificarea continuă a sortimentului de soiuri de grâu constituie una dintre măsurile cele mai eficiente de creștere și stabilizare a recoltelor la această cultură (Starodub, V. 2015). Cunoașterea particularităților reacției soiurilor noi la condițiile de mediu este importantă pentru o zonare în teritoriu cât mai judicioasă și pentru precizarea locului pe care acestea trebuie să-l ocupe în structura soiurilor din fiecare zonă. Pentru a avea producții sporite, stabile și de calitate este deosebit de importantă selectarea unui soi de grâu comun de toamnă cu capacitate ridicată de producție, care să asigure o concordanță cât mai bună între resursele pedoclimatice și particularitățile biologice ale soiului. Tehnologia performantă prevede cunoașterea profundă a caracterelor fenotipice, a particularităților biologice ale soiurilor cultivate (Boincean, B. et al. 2013) și estimarea corectă a importanței factorilor tehnologici (premergătorii, epoca, desimea de semănat etc.) în realizarea producțiilor înalt cantitative și calitative.

Niciun aliment nu satisface atât de econom cerințele omului în ceea ce privește nutrienții și substanțele active ca pâinea de grâu. Acest produs conține aproape întreaga gamă de aminoacizi esențiali, proteine și amidon, care asigură creșterea și dezvoltarea organismului uman, având un rol catalitic și energetic foarte important (Green, C., Ivins, J. 1985).

Siguranța alimentară a populației depinde de aplicarea unor tehnologii performante, în care toate verigile tehnologice sunt aplicate corect și riguros, conform unor cercetări prealabile în domeniu.

Calea cea mai eficientă pentru îmbogățirea resurselor de hrană ale omenirii este sporirea producției la hectar pe actualele suprafețe de teren arabil prin introducerea de noi soiuri și hibrizi productivi și prin îmbunătățirea tehnologiei de cultură (Lalic, B. et al. 2013; Галлиев, Ф.Ф. 2015).

Având în vedere cele menționate, ne-am propus să argumentăm științific influența desimii de semănat asupra nivelului de producție la soiul de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya, cultivat după mazăre pentru semințe, floarea-soarelui și porumb pentru boabe în termen recomandat, admisibil și tardiv.

## MATERIAL ȘI METODĂ

Experiența a fost constituită din 4 repetiții (3 repetiții pentru determinarea producției și una pentru observații și măsurări), amplasate pe cernoziom tipic slab humifer, cu conținutul de humus în stratul arabil de 3,07-3,52%. Suma cationilor de schimb în același strat constituie 25,1-30,4 mg ech/100 g sol. Cationii de  $\text{Ca}^{2+}$  predomină considerabil asupra celor de  $\text{Mg}^{2+}$ , raportul fiind de 10-6:1. Carbonații apar la adâncimea 30-50 cm în cantități mici (1,4-1,2%). Reacția soluției solului în stratul arabil este neutră (pH 6,9-7,3).

Suprafața parcelei este de 50 m<sup>2</sup>. În timpul perioadei de vegetație s-au făcut observații fenologice și măsurări biometrice în conformitate cu tehnica experimentală. Azotul total s-a determinat după metoda Kjeldahl. Interpretarea statistică a rezultatelor obținute s-a făcut prin metoda analizei dispersionale.

Semănatul s-a efectuat după premărgătorii mazăre pentru semințe, porumb pentru boabe și floarea-soarelui (factorul A), în epoca recomandată, admisibilă și tardivă (factorul B), cu desimea de semănat: 3; 5; 6; 7; 8 mil. semințe viabile la hectar (factorul C).

Drept material biologic a servit soiul de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya, varietatea erythrospermum. Talia acestor plante este medie, spicul cu formă fuziformă și lungimea de 9-10 cm, masa a 1000 de boabe constituie 45,5g. Conținutul de gluten este de 29,9-31,2%, iar producția medie obținută constituie 5,5-6,5 t/ha. Perioada de vegetație a culturii numără 238 de zile.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

La etapa actuală, în Republica Moldova, culturile precum lucerna, sparceta, porumbul pentru siloz, borceagul de primăvară au dispărut din asolament. S-au mărit considerabil suprafețele cultivate cu floarea-soarelui, aceasta devenind premărgător pentru grâul de toamnă. **Floarea-soarelui** însă este un premărgător mai puțin valoros decât porumbul, deoarece lasă solul uscat și sărac în substanțe nutritive. Pe de altă parte, se recoltează mult mai devreme decât porumbul, ceea ce permite lucrarea timpurie a solului. Cultivarea grâului comun de toamnă după floarea-soarelui și porumb necesită măsuri suplimentare pentru mărunțirea și încorporarea mulciului vegetal, aplicarea îngrășămintelor cu azot fiind obligatorie pentru favorizarea descompunerii biotei solului (Boincean, B. et al. 2013; Budzyński, W. et al. 2018).

Urmărind potențialul productiv al soiului de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya în condițiile anului agricol 2017-2018 (tab.1), sub acțiunea a trei factori tehnologici variabili, premărgătorul mazăre pentru semințe s-a dovedit a fi mai avantajos față de floarea-soarelui și porumb pentru boabe, asigurând o recoltă de 6178,8 kg/ha datorită condițiilor mai prielnice pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. Producția de cariopse după premărgătorul floarea-soarelui a constituit 3511,9 kg/ha, iar după porumb pentru boabe 3780,8 kg/ha, ceea ce este cu 2666,9 kg/ha și, respectiv, 2398,0 kg/ha mai puțin în comparație cu mărtoșul. Acest surplus de producție este statistic semnificativ pozitiv, diferența limită fiind de 256,7 kg.

Epoca de semănat depinde de condițiile climaterice. Până la intrarea în iarnă plantele trebuie să vegezeze 45-50 de zile cu temperaturi medii zilnice mai mari de +5°C. Necesarul termic optim pentru perioada semănat-începutul iernii este de cca 550°C - sume de grade zilnice >0°C, ceea ce permite ca plantele să formeze 2-3 frați (Brett, F. Carver, ed. 2009).

*În medie pe doi ani de cercetare, termenul admisibil de semănat luat în studiu a influențat pozitiv producția soiului de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya cultivat după premărgătorii mazăre pentru semințe și porumb pentru boabe. După premărgătorul floarea-soarelui producția a fost mai mare în termenul recomandat.*

*Desimea de semănat mai mare de 5 mil. semințe viabile la hectar (variante mărtoș) n-a asigurat un spor de producție statistic semnificativ pozitiv în niciuna dintre epocile de semănat, cu excepția variantei unde grâul a fost semănat cu desimea de 6,0 mil./ha în termenul recomandat, aici producția constituind 5301,1 kg/ha (față de 4350,0 kg/ha în varianta mărtoș).*



**Tabelul 1:** Producția grâului comun de toamnă de soiul Blagodarka Odesskaya în experiențe polifactoriale, kg/ha, medie pe anii 2017-2018

| Desimea de<br>semănat,<br>mil / ha -<br>Factorul C | Planta premergătoare - Factorul A |            |         |                  |        |                     |          |         |         | Media pe<br>factorul<br>C $Dl_{05} =$<br>331,4kg | Media<br>pe fac-<br>torul C |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|---------|------------------|--------|---------------------|----------|---------|---------|--------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                    | Mazăre pentru semințe<br>(Mt)     |            |         | Floarea-soarelui |        | Porumb pentru boabe |          |         |         |                                                  |                             |
|                                                    | Epoca de semănat - Factorul B     |            |         |                  |        |                     |          |         |         |                                                  |                             |
|                                                    | I                                 | II         | III     | I                | II     | III                 | I        | II      | III     |                                                  |                             |
| 3                                                  | 6096,3                            | 6266,7     | 5217,2  | 3596,1           | 3544,0 | 3074,1              | 3256,9   | 3506,5  | 3057,0  | 4179,4                                           | - 586,9                     |
| 5 (Mt)                                             | 6772,1                            | 7200,1     | 5904,3  | 4012,3           | 3826,1 | 3030,8              | 4350,0   | 4596,5  | 3204,8  | 4766,3                                           |                             |
| 6                                                  | 6908,6                            | 7157,4     | 6025,1  | 4017,8           | 3798,0 | 3255,4              | 5301,1   | 5559,4  | 3169,9  | 5021,4                                           | + 255,1                     |
| 7                                                  | 7058,9                            | 6342,0     | 6022,1  | 3404,6           | 3625,7 | 3502,7              | 3205,8   | 3420,6  | 2988,5  | 4396,8                                           | - 369,6                     |
| 8                                                  | 5400,4                            | 5870,7     | 4440,5  | 3601,8           | 3430,7 | 2959,2              | 3990,1   | 4125,6  | 2978,8  | 4088,6                                           | - 677,7                     |
| Media pe<br>factorul A                             | 6178,8                            |            |         | 3511,9           |        |                     | 3780,8   |         |         |                                                  |                             |
| $Dl_{05} A =$<br>256,7 kg                          | -                                 |            |         | - 2666,9         |        |                     | - 2398,1 |         |         |                                                  |                             |
| Media pe<br>factorul B                             | 6447,3                            | 6567,4     | 5521,8  | 3726,5           | 3644,9 | 3164,4              | 4020,8   | 4241,7  | 3079,8  |                                                  |                             |
| $Dl_{05}$<br>B=148,2 kg                            | -                                 | +<br>120,1 | - 925,4 | -                | - 81,6 | - 562,1             | -        | + 220,9 | - 941,0 |                                                  |                             |
| $Dl_{05}$ Expe-<br>rienței, kg                     | 574,1                             |            |         |                  |        |                     |          |         |         |                                                  |                             |
| P%                                                 | 4,4                               |            |         |                  |        |                     |          |         |         |                                                  |                             |

\* I - Recomandată (Mt); \* II - Admisibilă; \* III - Tardivă

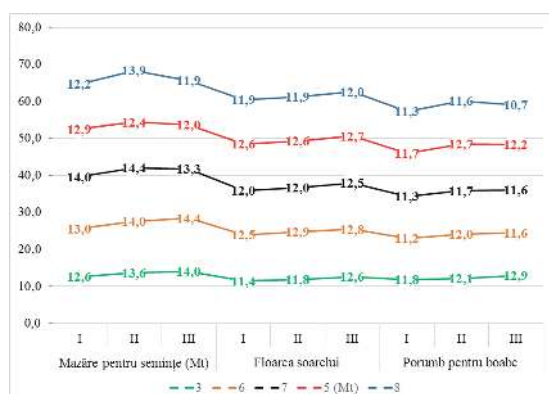


Figura 1. Conținutul de substanțe proteice în cariopsele soiului de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya, %, medie pe anii 2017-2018

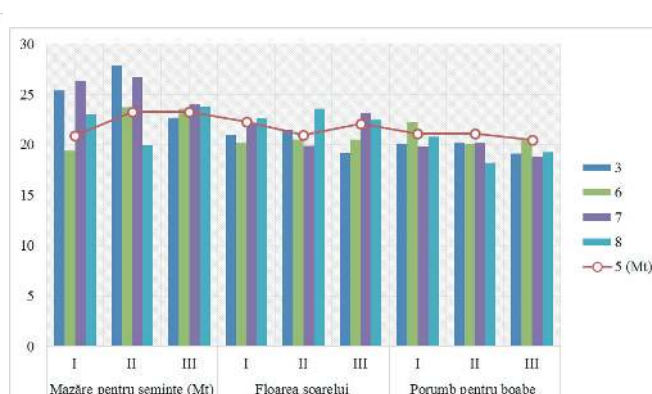


Figura 2. Conținutul de gluten în cariopsele soiului de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya, % medie pe anii 2017-2018

Din datele prezentate în figura 1 și 2 rezultă că, după conținutul de proteine și de gluten, cariopsele soiului de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya, obținute în condițiile anului agricol 2017-2018, aparțin clasei B, adică grâului prețios. Grâu puternic, cu conținutul de proteină peste 14% s-a obținut după premergătorul mazăre pentru semințe la desimea de semănat 6,0 mil. semințe viabile la hectar, în termenul admisibil. În alte variante nu s-a observat o legitate care să confirme pozitiv influența asupra producției.

## CONCLUZII

Analiza producției soiului de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya în condițiile anului agricol 2017-2018 a demonstrat avantajele premergătorului mazăre pentru semințe față de floarea-soarelui și porumb pentru boabe, acesta asigurând o producție de 6178,8 kg cariopse la hectar. Desimea de semănat mai mare de 5,0 mil. semințe viabile la hectar nu a influențat nivelul de producție.

Calitatea boabelor la soiul de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya, cultivat în condițiile respective, corespunde indicatorilor grâului prețios.

**REFERINȚE BIBLIOGRAFICE**

1. BOINCEAN, B. et al. (2013). Tehnologii alternative de cultivare a grâului de toamnă în Republica Moldova: (Ghid). Bălți. 68 p. ISBN 978-9975-4450-2-3.
2. BRETT, F. Carver, ed. (2009). Wheat: Science and Trade. 616 p. ISBN 978-0-813-82024-8.
3. BUDZYŃSKI, W., BEPIRSZCZ, K., JANKOWSKI, K. DUBIS, B. et al. (2018). The responses of winter cultivars of common wheat, durum wheat and spelt to agronomic factors. In: Journal of Agricultural Science, vol. 156(10), pp. 1163-1174. ISSN 0021-8596.
4. GREEN, C., IVINS, J. (1985). Time of sowing and the yield of winter wheat. In: Journal of Agricultural Science, vol. 104(1), pp. 235-238. ISSN 0021-8596.
5. LALIC, B, EITZINGER, J., MIHAILOVIC, D.T., THALER, S., JANCIC, M. (2013). Climate change impacts on winter wheat yield change - which climatic parameters are crucial in Pannonian lowland? In: Journal of Agricultural Science, vol. 151(6), pp. 757-774. ISSN 0021-8596.
6. STARODUB, V. (2015). Fitotehnie. Chișinău: Print-Caro. 574 p. ISBN 978-9975-56-267-6.
7. ГАЛЛИЕВ, Ф.Ф., Ганиев, А.М., Шайхутдинов, Ф.Ш., Сержанов, И.М. (2015). Влияние отдельных агротехнических приемов на урожайность и качество семян яровой пшеницы в условиях Предволжья РТ. В: Вестник Казанского ГАУ, № 2(36), с. 97-101. ISSN 2073-0462.
8. Data prezentării articolului: 18.03.2019
9. Data acceptării articolului: 15.04.2019

CZU 633.15:631.527.5

## CREAREA ȘI UTILIZAREA ANALOGILOR ANDROSTERILI ȘI RESTAURATORI DE FERTILITATE A POLENULUI LA PORUMBUL TIMPURIU

*Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN,**Ghenadie RUSU, Valentina SPÎNU**Institutul de Fitotehnie "Porumbeni", Republica Moldova*

**Abstract.** The paper presents a generalization of the results of multiannual investigations concerning the reaction of early maize lines to M-type and C-type cytoplasmic male sterility (cms) and the development of male sterile analogues and pollen fertility restorers. 308 inbred lines belonging to the main groups of germplasm useful for early maize breeding were studied. The classification of the lines by their reaction to male sterility was preponderantly performed at the stage of combining ability evaluation in systemic crosses with male sterile testers. A high percentage of inbred lines (85,7%) maintaining M-type cms was established, while for C-type cms there was an approximately equal proportion of sterility maintainers (41,2%) and pollen fertility restorers (44,5%). The germplasm groups Euroflint, Early Batler, Northwester Dent and subgroups A654, CG-12 manifested similar reaction in both types of cytoplasmic male sterility. In specific cases deviations of male sterility expression were observed in relation to the genetic background. 9 male sterile analogues and 4 pollen fertility restorers were created as parental components for 14 registered maize hybrids.

**Key words:** Maize; *Zea mays*; Hybrids; Inbred lines; Male sterility; Pollen fertility restorers; Backcrosses.

**Rezumat.** Articolul prezintă a generalizare a rezultatelor cercetărilor multianuale privind reacția liniilor de porumb timpuriu la androsterilitate de tip M și C și crearea analogilor androsterili și restauratori de fertilitate. Au fost studiate 308 linii consangvinizate aparținând principalelor grupe de germoplasmă utilă în ameliorarea porumbului timpuriu. Clasificarea liniilor după reacția la androsterilitate s-a efectuat preponderent la etapa evaluării capacității de combinare în încrucișări sistemice cu testeri androsterili. S-a constatat o cotă majorată a menținătorilor tipului M de androsterilitate citoplasmatică (85,7%) și o proporție aproximativ egală de menținători de androsterilitate (41,2%) și restauratori de fertilitate a polenului (44,5%) la tipul C. Grupele de germoplasmă Euroflint, Early Batler, Northwestern Dent și subgrupele A654, CG-12 au manifestat reacție similară în ambele tipuri de androsterilitate. În cazuri specifice au fost semnalate abateri ale expresiei androsterilității în funcție de mediul genetic. Au fost creați 9 analogi androsterili și 4 restauratori ai fertilității polenului, utilizați ca forme parentale pentru 14 hibrizi de porumb înregistrați.

**Cuvinte-cheie:** Porumb; *Zea mays*; Hibridi; Linii consangvinizate; Androsterilitate; Restauratori de fertilitate a polenului; Retroîncrucișări.

### INTRODUCERE

Semințele de porumb certificate rezultă în urma încrucișării controlate a formei materne cu forma paternă, cultivate într-un anumit raport de rânduri în loturi de hibridare izolate în spațiu. Excluderea prezenței polenului produs de forma maternă se efectuează prin înlăturarea manuală sau mecanică a inflorescențelor masculine și utilizarea sistemului genetic bazat pe androsterilitatea citoplasmatică restaurată în următoarea generație. În producerea de sămânță hibridă, androsterilitatea citoplasmatică de tip Texas (cms T) a fost cea mai răspândită, folosită în SUA aproape două decenii, cu o cotă de până la 90% a porumbului cultivat. Epidemia cauzată de *Helminthosporium maydis* în anul 1970, cu consecințe grave pe circa 50% din suprafața loturilor de hibridare, a evidențiat vulnerabilitatea și riscul utilizării acestui tip de citoplasmă sterilizantă. Tipurile cms S și cms C cu rezistență la *H. maydis* rasa T au devenit importante la sfârșitul anilor 1970 (Sarca, V. 2004). În anul 1987, sămânța de porumb în SUA era produsă în citoplasmă normală - 66,1%, în baza tipului C - 22,1% și în baza tipului S de citoplasmă - 11,5%. Utilizarea echipamentelor mecanice la înlăturarea paniculelor fertile a redus costurile acestei operații până la 33% comparativ cu cheltuielile înregistrate la castrarea manuală (Wych, R.D. 1988).

În Moldova, începând cu anii 1960, producerea de semințe hibride s-a bazat preponderent pe tipul moldovenesc de androsterilitate (cms M), evidențiat în soiurile locale și identic cu tipul cms S, descoperit în SUA (Чалык, Т.С. 1974). Cercetările de transformare a liniilor consangvinizate în citoplasmă de tip C și privind restaurarea de fertilitate a polenului au fost inițiate la finalul anilor 1970, în special pentru hibrizii din grupa de maturitate cu indicele FAO 170-210. Androsterilitatea citoplasmatică a fost intens studiată pe



plan mondial, în literatura de specialitate acumulându-se o vastă bază informațională referitoare la aspectele teoretice precum originea, ereditarea, expresia fenotipică, influența factorilor genetici și abiotici. Cu toate acestea, până în prezent rămân fără suficiente explicații multiple aspecte, inclusiv privind rolul alelelor suplimentare implicate în determinismul genetic. Printr-un aport semnificativ la elucidarea problemelor teoretice și practice ce țin de androsterilitate s-au remarcat cercetătorii specializați în domeniu – Т.С. Чалык (1974), В.П. Мырза (2009), Е.К. Папрас, В.Г. Чобану (2009), E. Partas (2011), V. Ciobanu (2011, 2018).

Scopul prezentei lucrări constă în generalizarea cercetărilor multianuale efectuate la clasificarea liniilor consangvinizate după reacția la androsterilitate, crearea și utilizarea analogilor ca forme parentale ale hibrizilor omologați de porumb timpuriu.

## MATERIAL ȘI METODĂ

În calitate de material biologic s-au utilizat linii consangvinizate de porumb timpuriu din colecția operațională a Laboratorului de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice, selectate după multiple caractere și însușiri agronomice, inclusiv capacitatea de combinare. Liniile originale și străine din colecția mondială și a partenerilor de colaborări bilaterale au fost clasificate în grupe și subgrupe de germoplasma în baza pedigreeului, a descrierii fenotipice și a producției de boabe realizate în încrucișări de analiză. Distribuirea liniilor în clase după reacția la androsterilitate citoplasmatică de tip M și C, s-a efectuat preponderent la etapa evaluării capacității de combinare în încrucișări sistemice cu testeri androsterili. În scopuri practice, scara de apreciere a fertilității polenului cu 6 gradații (Partas, E. 2011; Ciobanu, V. 2018) a fost simplificată în trei clase: 1) panicul steril, complet lipsit de antere ieșite din glumele spiculețelor; 2) panicul steril cu antere vizibile, dar lipsite de polen; 3) panicul complet fertil. Mostrele cu 100% panicule sterile au fost incluse în categoria „menținători” (rf), cele cu toate plantele androfertile - în „restauratori” (Rf), iar cele cu segregare a plantelor fertile și sterile, indiferent de raportul acestora, în categoria „restaurare incompletă” (Rfrf). Menționăm că eșantionul apreciat a constituit până la 120 de plante în culturi comparative de orientare, cu parcele de 10 m<sup>2</sup> în două repetări, și 60 de plante în pepiniera de selecție. La crearea analogilor androsterili și restauratori de fertilitate a polenului s-a folosit metoda încrucișărilor regresive (backcross). În cazul creării analogilor androsterili în generațiile BC<sub>1</sub>-BC<sub>3</sub>, pe forma maternă s-au încrucișat 3-5 plante cu amestec de polen de la forma androfertilă, iar după BC<sub>4</sub> volumul încrucișărilor s-a majorat până la 10 plante, semănate ulterior după metoda „știulete-rând”. La crearea analogilor restauratori de fertilitate, în calitate de formă maternă au servit analogii androsterili la care alelele recesive sunt înlocuite cu alelele dominante pe parcursul a 5 generații de retroîncrucișări. În generația BC<sub>5</sub> cota formei recurente constituie, teoretic, 98,44 % și se observă atingerea unui grad suficient de uniformitate/homozigoție între descendente, precum și obținerea asemănării fenotipice cu varianta liniei originale. Generațiile BC<sub>1</sub>-BC<sub>2</sub> au fost reprezentate de amestecul semințelor încrucișărilor cu plante fertile din cadrul populațiilor segregante, iar materialul de selecție din generația BC<sub>3</sub> a fost descompus în descendente (știulete-rând). Descendențele autopolenizate din generațiile BC<sub>2</sub>-BC<sub>5</sub>, selectate după similitudinile cu linia originală, au fost încrucișate cu forma maternă androsterilă a hibridului propus spre perfecționare pentru identificarea prezenței alelelor dominante. La etapa finală (S<sub>1</sub>-BC<sub>5</sub>), testîncrucișările de forma cms x Rf au fost evaluate după producția de boabe și testul DUS (distinctivitate, uniformitate, stabilitate) prin comparație cu varianta normală a hibridului.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

La etapa inițială de activitate a Laboratorului ameliorării porumbului pentru zonele nordice, colecția operațională conținea preponderent linii timpurii din primul ciclu de selecție, create în diferite centre de cercetare. Până la începutul anilor 1990, în lucrările de ameliorare cu convarietatea îndurată erau incluse liniile F7, F2 F54, EP1, DK105, Pi187, Lo3, CM7, CM48, create direct din soiurile locale. În cadrul convarietății indentată predomina germoplasma liniilor din Canada - Co72-75, Co125, CG12, Co109, a celor extrase din soiul Vigor - PLS51, PLS54, PLS61, CG14, CG15 și a celor create cu participarea soiului Northwestern Dent - A509, W703, P354.

Datele prezentate în tabelul 1 arată că majoritatea liniilor cu bob sticlos din primele 7 grupe de germoplasma s-au manifestat ca menținătoare ale tipurilor cms M (80,7%) și cms C (83,0%).

**Tabelul 1.** Clasificarea liniilor timpurii după reacția în citoplasmă androsterilă

| Nr. d/o | Grupe de germoplasmă | Linii indicator | Linii studiate | Tipul M |      |     | Tipul C |      |      |
|---------|----------------------|-----------------|----------------|---------|------|-----|---------|------|------|
|         |                      |                 |                | rf      | Rfrf | Rf  | rf      | Rfrf | Rf   |
| 1       | Lacaune              | F2              | 26             | 21      | 5    | 0   | 24      | 2    | 0    |
| 2       | Lizargarate          | EP1             | 9              | 6       | 2    | 1   | 8       | 1    | 0    |
| 3       | Otawa flint          | CM7             | 9              | 9       | 0    | 0   | 8       | 1    | 0    |
| 4       | Nostrano dell isola  | Lo3             | 8              | 7       | 0    | 1   | 7       | 1    | 0    |
| 5       | Morano               | Pi187           | 7              | 5       | 1    | 1   | 6       | 1    | 0    |
| 6       | Gelberland mais      | DK105           | 3              | 2       | 1    | 0   | 0       | 1    | 2    |
| 7       | Flint mixt           | -               | 26             | 21      | 4    | 1   | 20      | 5    | 1    |
| 8       | Dent Canadian        | Co72-75         | 12             | 9       | 2    | 1   | 0       | 5    | 7    |
| 9       | Dent Canadian        | Co125           | 12             | 10      | 2    | 0   | 0       | 2    | 10   |
| 10      | Dent Canadian        | CG12            | 9              | 9       | 0    | 0   | 9       | 0    | 0    |
| 11      | Nortwestern Dent     | P354            | 6              | 6       | 0    | 0   | 6       | 0    | 0    |
| 12      | Early Batler         | Co109           | 5              | 3       | 1    | 1   | 2       | 1    | 2    |
| 13      | Vigor                | PLS61           | 5              | 3       | 1    | 1   | 4       | 0    | 1    |
| 14      | BSSS-B14             | CM174           | 22             | 20      | 2    | 0   | 5       | 2    | 15   |
| 15      | BSSS-B37             | MK271           | 13             | 10      | 3    | 0   | 0       | 4    | 9    |
| 16      | Lancaster            | Mo17            | 18             | 16      | 2    | 0   | 11      | 3    | 4    |
| 17      | Lancaster            | Oh43            | 15             | 11      | 3    | 1   | 9       | 2    | 4    |
| 18      | Minnesota13          | W153R           | 7              | 4       | 2    | 1   | 0       | 2    | 5    |
| 19      | Reid Iodent          | P165            | 68             | 65      | 2    | 1   | 0       | 5    | 63   |
| 20      | Reid Wilson          | A654            | 8              | 8       | 0    | 0   | 6       | 2    | 0    |
| 21      | Dent mixt            | -               | 20             | 19      | 1    | 0   | 2       | 4    | 14   |
| Total   |                      |                 | 308            | 264     | 34   | 10  | 127     | 44   | 137  |
| În %    |                      |                 | 100,0          | 85,7    | 11,0 | 3,2 | 41,2    | 14,3 | 44,5 |

Un interes deosebit au prezentat liniile DK105, TA105 și AN615/95 cu origine din soiul german Gelberland mais, restaurator al fertilității polenului în citoplasmă sterilă de tip C. Alele dominante ale tipului cms M au fost identificate la 4 linii experimentale create cu germoplasma grupelor Lizargarate (Spania), Morano, Nostrano dell isola (Italia) și Flint mixt. Toate liniile originale dezvoltate în baza genitorilor CG12 și P354 s-au încadrat în grupa de menținători ai ambelor tipuri de androsterilitate. În componența hibrizilor timpurii Moldavskii 257CRf, Nemo 216CRf, Bemo 181CRf și Bemo 182CRf, cu suprafețe semnificative de cultivare în zonele nordice, ca forme paterne, cu restaurare naturală a tipului cms C, au fost utilizate linii din subgrupele de germoplasmă Co72-75 (1866/80, 1866/82, BC27D4) și Co125 (MK24). Menționăm că, în calitate de forme materne, la hibrizii respectivi s-au folosit liniile androsterile F7cmsC și MKP 33cmsC și liniile menținătoare MK21, F2, CM7 și MK10. Ulterior, germoplasma celor șase grupe heterotice îndurată a fost încorporată în complexul Euroflint și Flint mixt. Lucrările de selecție cu grupele heterotice BSSS-B14 (CM105, CM174, A634), Minnesota 13 (genitorii W153R, W117, W182E, W401) și Reid Wilson (genitorii P346, A654) au avut drept rezultat crearea a 37 de linii experimentale din grupele de maturitate timpurie-semi timpurie, care au fost rebutate la etapele de testare a capacității de combinare, ca forme parentale ale hibrizilor experimentați în culturi comparative de preconcurs, concurs și ecologice. Majoritatea liniilor din grupele heterotice Minnesota 13 și BSSS-B14 s-au dovedit a fi menținătoare ale tipului cms M - 82,7% și restauratoare ale tipului cms C - 69,0%.

Etapa actuală de ameliorare a porumbului timpuriu pentru export în zonele nordice are ca obiectiv crearea hibrizilor simpli și simpli modificați în modelele heterotice Reid Iodent x Euroflint (FAO 190-210) și Reid Iodent x BSSS-B37 (FAO 220-240). Pentru Republica Moldova prioritate se acordă hibrizilor din grupa de maturitate FAO 300-310, realizați în formulele de încrucișări Reid Iodent x BSSS-B37. Menționăm că grupa de germoplasmă Reid Iodent, datorită performanțelor acumulate în ciclurile avansate de selecție, predomină în pedigreeul hibrizilor de porumb cultivați în Moldova, în ultimele decenii fiind intens folosită în lucrările de ameliorare a precocității. Aprecierile reacției la androsterilitate a 68 de linii consangvinizate arată că 95,6 % se încadrează în categoria de menținători ai tipului cms M, iar 92,6 % restaurează complet fertilitatea polenului în citoplasmă C. În grupele BSSS-B37 și Lancaster cota menținătorilor androsterilității de tip M constituie 80,4 %. Toate liniile din grupa BSSS-B37 în citoplasmă cms C au manifestat capacitatea de restaurare completă sau parțială a fertilității polenului, iar în grupa Lancaster s-a constatat prezența a 60,6 % menținători și 24,2% restauratori compleți de fertilitate a polenului.

Analiza integrală a cercetărilor efectuate cu 308 linii consangvinizate din grupele de germoplasmă utilă în ameliorarea porumbului timpuriu indică predominarea menținătorilor de tip cms M (85,7%) și o frecvență redusă a restauratorilor naturali de fertilitate a polenului (3,2%). În cadrul tipului cms C, liniile studiate s-au distribuit astfel: în categoria menținătorilor - 41,2%, a restauratorilor parțiali - 14,3% și restauratorilor compleți - 44,5%. Cota înaltă a liniilor restauratoare la tipul respectiv simplifică selectarea formelor paterne, dar limitează utilizarea formelor materne androsterile în hibrizi (Франковская, М.Т. 1999; Горбачева, А.Г. 2012).

Procesul de creare a analogilor androsterili, ca parte integrantă a programului de ameliorare a porumbului timpuriu, se inițiază, de regulă, după testarea capacității generale de combinare a liniilor din generațiile de consangvinizare  $S_5$ - $S_6$ . Procedura mai simplă de transferare în citoplasmă sterilizantă permite includerea în lucrări a majorității liniilor noi cu asumarea riscului de eliminare a unei cote semnificative până la etapa identificării hibrizilor competitivi. La crearea analogilor androsterili, în calitate de donatori au fost utilizate frecvent liniile W401cmsM, W401cmsC, P346cmsC, P354cmsC, F2cmsC, MKP33cmsM, MKP33cmsC, iar în prezent MKP60cmsM, MKP61cmsM (Reid Iodent), MKP70cmsM, MKP71cmsM (BSSS-B37), MKP19AcmsM și MKP19AcmsC (Euroflint). Folosirea intensă a genitorilor de elită din cadrul grupelor de germoplasmă în materialul inițial duce la micșorarea diversității genetice la liniile din următoarele cicluri de selecție, fapt care înlesnește selectarea corectă a surselor de androsterilitate. Pe parcursul generațiilor de retroîncrucișări, androsterilitatea descendențelor a fost evaluată în trei categorii de expresie fenotipică: 1) panicul complet steril, fără antere ieșite din glumele spiculețelor; 2) panicul steril, cu antere ieșite din glume, dar cu polen neviabil; 3) panicul inițial steril, cu apariția ulterioară a anterelor cu polen fertil. Categoria a doua a fost întâlnită mai des în cadrul mostrelor cms M, în special la grupa de germoplasmă BSSS-B37, iar ultima categorie este specifică tipului cms C, cu denumirea „late break” în literatura de specialitate (Горбачева, А.Г. 2012). Deși controlul genetic al androsterilității și restaurării fertilității polenului a fost constatat și diferențiat pentru tipurile cms M (gena Rf3) și cms C (genele Rf4, Rf5, Rf6), în cadrul cercetărilor au fost înregistrate unele cazuri specifice cu abateri de la raporturile de segregare cunoscute. La tipul cms M, în generațiile avansate de retroîncrucișări  $BC_3$ - $BC_4$  ale liniilor MKP55 și MKP38 a fost semnalată apariția plantelor androfertile, fenotipic similare cu cele sterile, în proporție de circa 10%. În retroîncrucișările ulterioare ( $BC_4$ - $BC_6$ ) ale descendențelor complet androsterile, cota plantelor fertile s-a manifestat la nivel de 4,7%. În următorii ani, autopolenizările plantelor fertile din cadrul analogului MKP55cmsM din generațiile  $BC_4$  și  $BC_5$  au segregat plante fertile și sterile în raport apropiat de 3:1. La linia MKP 21/182 cms M, semănată în anul 2014 cu un număr de 482 de plante din 19 descendențe  $BC_5$ , în a patra zi după apariția stigmatelor s-a constatat prezența totală a androsterilității. Aprecierile în următoarele 5 zile au înregistrat apariția unor plante cu polen fertil, care în final au constituit 100%. Plantele autopolenizate, încrucișările cu polen de la linia originală androfertilă și forma maternă MKP60cmsM x MKP61 s-au caracterizat în următorul an prin androsterilitate perfectă în primele zile după apariția stigmatelor și fertilitate în proporție de circa 95% după 10 zile. La tipul cms C, în condiții climaterice umede și temperaturi ale aerului ridicate, formele materne MKP33cmsC, MK251cmsC și MK43cmsC au manifestat androsterilitate compromisă - fenomenul „late break”. Liniile înrudite TB291 (SCDA Turda, România) și DT722 (Institutul de cercetări Bernburg-Hadmersleben, Germania), ca forme paterne ale hibrizilor Moldavskii 185CRf și Bermold 184CRf în încrucișări cu formele materne respective MKP33cmsC x MK43 și MKP33cmsC x CM7, au manifestat capacitate de restaurare a fertilității polenului. În încrucișări cu alte surse de cmsC, preponderent din germoplasma Euroflint, ambele linii s-au identificat ca menținătoare cu androsterilitate perfectă. Un comportament similar au manifestat și două familii din linia MKP22, considerată inițial ca restaurator natural CRf. Cazurile respective sunt explicate prin adăugarea la alelele recesive rf4, rf5 și rf6 a unor alele modificatoare cu acțiune complementară în anumite condiții de mediu și matrice genetice (Горбачева, А.Г. 2012). Cercetările la compartimentul creării analogilor androsterili au culminat cu transferarea a peste 150 de linii consangvinizate, dintre care doar circa 15% au fost folosite în calitate de forme materne ale hibrizilor omologați.

Procedura de creare a analogilor restauratori de fertilitate a polenului este mai complicată din punct de vedere tehnic și necesită un volum mai mare de descendențe, încrucișări de analiză. Cercetările la acest compartiment, inițiate în 2009, includ crearea liniilor restauratoare din material inițial cu ge-



nitori purtători de alele dominante Rf (AN615/95MRf, MK271MRf, MK267MRf și AS3070MRf), creați anterior în laboratorul de genetică de către cercetătorii E. Partas și V. Ciobanu. O altă direcție constă în crearea artificială a analogilor în încrucișări regresive ale variantelor androsterile cu donatori de gene restauratoare. Eficacitatea utilizării metodei clasice, numite Eckhardt-Hadjinov (Чалык, Т.С. 1974), depinde în mare măsură de selectarea minuțioasă a donatorilor Rf3. La crearea analogului MKP21/182MRf din grupa de germoplasmă Euroflint, în calitate de donator s-a folosit linia experimentală AN1369/10, cu origine în descendențele fertile ale încrucișării înrudite AN6394/02cmsM x MKP21/182. Menționăm că în generația de consangvinizare S<sub>5</sub> donatorul respectiv s-a caracterizat cu descendențe fertile și segregante în raport de 2,71:1, fenotipic similare cu MKP21/182. În încrucișări cu forma maternă MKP21/182cmsM inițial s-a folosit amestecul de polen de la 3 descendențe complet fertile și, ulterior, până la generația BC<sub>3</sub> - amestecul de polen de la majoritatea plantelor fertile din populațiile backcrossate. Datele relatate în tabelul 2 indică o cotă de 4,4% a descendențelor fertile în generația BC<sub>3</sub> și de 21,2% în generația S<sub>1</sub> - BC<sub>2</sub>. În generația de retroîncrucișări BC<sub>4</sub> s-au înregistrat 81,8% descendențe fertile. În următoarea generație de retroîncrucișare și consangvinizare (S<sub>1</sub> - BC<sub>5</sub>) cota descendențelor fertile s-a majorat până la 83-84 %, atingând în final valori de 98,5%.

**Tabelul 2.** Cota descendențelor fertile în procesul de creare a analogilor Rf

| Generația                        | MKP21/182MRf     |          |            |                         | MKP70MRf         |                  |            |                         |
|----------------------------------|------------------|----------|------------|-------------------------|------------------|------------------|------------|-------------------------|
|                                  | familii studiate | inclusiv |            | cota familiilor fertile | familii studiate | familii studiate |            | cota familiilor fertile |
|                                  |                  | Fertile  | segregante |                         |                  | fertile          | segregante |                         |
| BC <sub>3</sub>                  | 45               | 2        | 43         | 4,4                     | 19               | 16               | 3          | 84,2                    |
| S <sub>1</sub> - BC <sub>2</sub> | 66               | 14       | 52         | 21,2                    | 7                | 6                | 1          | 85,7                    |
| BC <sub>4</sub>                  | 22               | 18       | 4          | 81,8                    | 24               | 22               | 2          | 91,7                    |
| S <sub>1</sub> - BC <sub>3</sub> | 24               | 7        | 17         | 29,2                    | 6                | 5                | 1          | 83,3                    |
| BC <sub>5</sub>                  | 18               | 15       | 3          | 83,3                    | 21               | 19               | 2          | 90,5                    |
| S <sub>1</sub> - BC <sub>4</sub> | 38               | 32       | 6          | 84,2                    | 35               | 32               | 3          | 91,4                    |
| S <sub>1</sub> - BC <sub>5</sub> | 68               | 67       | 1          | 98,5                    | 92               | 90               | 2          | 97,8                    |

Linia restauratoare MKP21/182MRf a manifestat uniformitate și similaritate fenotipică a plantelor la majoritatea descendențelor din generațiile BC<sub>4</sub> și S<sub>1</sub> - BC<sub>3</sub>. La crearea analogului MKP70MRf, în calitate de donator s-a folosit linia înrudită MK271MRf, cu expresie stabilă a fertilității polenului în încrucișări de analiză. Ca urmare a acestei însușiri a donatorului, cota descendențelor fertile în generațiile BC<sub>3</sub> și S<sub>1</sub> - BC<sub>2</sub> a fost suficient de înaltă, de 84,2% și, respectiv, 85,7%. Uniformitatea fenotipică la MKP70MRf a fost semnalată în generațiile BC<sub>5</sub> și S<sub>1</sub> - BC<sub>4</sub>, cu o cotă de circa 91% descendențe restauratoare a fertilității polenului. Evaluările plantelor cu panicule fertile și sterile în cadrul descendențelor segregante din generațiile BC<sub>3</sub>, BC<sub>4</sub> și BC<sub>5</sub> (tabelul 3) constată predominarea plantelor fertile în raport de 3,0:1 pentru MKP21/182MRf și 9,4:1 pentru MKP70MRf. La descendențele autopolenizate S<sub>1</sub> - BC<sub>2</sub> și S<sub>1</sub> - BC<sub>3</sub>, raportul a constituit 4,6:1 pentru MKP21/182MRf și 15,0:1 pentru MKP70MRf.

**Tabelul 3.** Raportul plantelor fertile și sterile în cadrul descendențelor segregante

| Generația                        | MKP21/182MRf   |                |                           |                     | MKP70MRf       |                |                           |                     |
|----------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------|
|                                  | plante fertile | plante sterile | cota plantelor fertile, % | raportul segregării | plante fertile | plante sterile | cota plantelor fertile, % | raportul segregării |
| BC <sub>3</sub>                  | 827            | 291            | 74,0                      | 2,8:1               | 80             | 17             | 82,5                      | 4,7:1               |
| S <sub>1</sub> - BC <sub>2</sub> | 1058           | 245            | 81,2                      | 4,3:1               | 31             | 2              | 93,9                      | 15,5:1              |
| BC <sub>4</sub>                  | 83             | 25             | 76,8                      | 3,3:1               | 52             | 5              | 91,2                      | 10,4:1              |
| S <sub>1</sub> - BC <sub>3</sub> | 376            | 75             | 83,4                      | 5,0:1               | 29             | 2              | 93,5                      | 14,5:1              |
| BC <sub>5</sub>                  | 63             | 22             | 74,1                      | 2,9:1               | 53             | 4              | 93,0                      | 13,2:1              |
| S <sub>1</sub> - BC <sub>4</sub> | 153            | 10             | 93,9                      | 15,3:1              | 80             | 5              | 94,1                      | 16,0:1              |
| S <sub>1</sub> - BC <sub>5</sub> | 29             | 2              | 93,5                      | 14,5:1              | 59             | 4              | 93,6                      | 14,7:1              |

În generațiile avansate de consangvinizare S<sub>1</sub> - BC<sub>4</sub> și S<sub>1</sub> - BC<sub>5</sub>, proporțiile plantelor fertile și sterile la ambele linii sunt mai apropiate și corespund raportului de segregare 15:1, teoretic așteptat pentru 4 tipuri genetice de gameți. Rezultatele obținute confirmă concluziile formulate de alți cercetători referi-

toare la complexitatea restaurării fertilității polenului în citoplasmă cms M (Partas, 2011; Франковская, M.T. 1999). La crearea analogului MKP21/182MRf au fost evaluate 53 de încrucișări de analiză a fertilității polenului la descendențele autopolenizate din generațiile  $BC_2$  -  $BC_4$ , având ca formă maternă MKP60cmsM x MKP61. În cazul analogului MKP70MRf, în testîncrucișări cu MKP61cmsM au fost evaluate toate cele 43 de familii fertile din generațiile  $S_1$  -  $BC_2$ ,  $S_1$  -  $BC_3$  și  $S_1$  -  $BC_4$ . Menționăm că versiunile evidențiate din cadrul descendențelor  $S_1$  -  $BC_2$  și  $S_1$  -  $BC_3$ , cu heterozigoție reziduală a donatorilor respectivi de 12,5% și 6,25%, nu au manifestat în genotip capacitate de combinare superioară comparativ cu linia originală MKP70.

Lucrările de selecție au avut ca rezultat crearea analogilor MKP20cmsC, MKP36cmsC, MKP52AcmsM, MKP55cmsC, MKP60cmsM, MKP61cmsM, MKP63cmsM, MKP64cmsM și MKP601cmsM, ca forme materne ale 14 hibrizi de porumb (tabelul 4) omologați în Belarus (9), Moldova (3) și Rusia (2).

**Tabelul 4.** Utilizarea analogilor androsterili și restauratori de fertilitate a polenului ca forme parentale ale hibrizilor de porumb omologați

| Nr. d/o | Etapele de promovare                     | Formele parentale                          | Hibrizii omologați                                                        |
|---------|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Crearea analogilor                       | MKP27CRf                                   | Alimentar 325                                                             |
| 2       | Multiplicarea semințelor amelioratorului | MKP20cmsC, MKP55cmsC, MKP21/182MRf         | Rosmold 159CRf, Rosmold 202MRf, Porumbeni 270CRf, Alimentar 325           |
| 3       | Multiplicarea semințelor prebază         | MKP601cmsM, MKP64cmsM, MKP71MRf            | Porumbeni 220, Porumbeni 221, Porumbeni 230, Porumbeni 243, Porumbeni 305 |
| 4       | Multiplicarea semințelor bază            | MKP61cmsM, MKP63cmsM, MKP70MRf             | Porumbeni 230, Bemo 235, Porumbeni 310, Porumbeni 305                     |
| 5       | Producerea semințelor hibride comerciale | MKP36cmsC, MKP52AcmsM, MKP60cmsM, MKP22MRf | Bemo 172CRf, Porumbeni 176MRf, Bemo 203MRf                                |

Producerea de sămânță hibridă cu cheltuieli mai reduse la castrarea manuală sau mecanică a paniculelor poate fi realizată utilizând forma maternă androsterilă într-un anumit raport cu varianta androfertilă și forma paternă nerestauratoare de fertilitate a polenului. Varianta respectivă predomină în SUA, unde, din totalul de 33,6% suprafețe seminciare cu forme materne androsterile, formele paterne posedă capacitatea de restaurare a fertilității polenului doar pe 2,3% suprafețe (Wych, R.D. 1988). Crearea analogilor MKP21/182MRf, MKP22MRf, MKP70MRf și MKP71MRf permite excluderea totală a înlăturării paniculelor de la toate plantele formei materne în loturile de hibridare și asigură restaurarea fertilității polenului în prima generație hibridă. Formele paterne ale hibrizilor Rosmold 159CRRf, Porumbeni 270CRf și Bemo 172CRf s-au dovedit a fi restauratori naturali de fertilitate a polenului în citoplasmă cms C. În prezent, producerea de sămânță după schema restaurării complete a fertilității polenului nu poate fi efectuată doar la hibridul cu bob sticlos Alimentar 325, întrucât crearea analogului MKP27CRf nu este definitivată.

## CONCLUZII

Evaluarea a 308 linii consangvinizate din principalele grupe de germoplasmă utilă în ameliorarea porumbului timpuriu a constatat dominarea menținătorilor tipului cms M (85,7%) și o cotă cu valori medii a menținătorilor (41,2%) și a restauratorilor de fertilitate a polenului (44,5%) în citoplasmă androsterilă de tip C.

O reacție similară la ambele tipuri de androsterilitate citoplasmatică au manifestat liniile din grupele de germoplasmă cu bob sticlos și Northwestern Dent, Reid Wilson Farm, Early Batler, subgrupa CG12 din convarietatea dentiformis.

Cercetările au sesizat abateri în ceea ce privește mecanismele de control genetic al androsterilității citoplasmatică și restaurării fertilității polenului la unele genotipuri cu interacțiuni complexe în diferite medii genetice. Lucrările de selecție au culminat cu crearea a 9 analogi androsterili și a 4 restauratori de fertilitate a polenului, utilizați ca forme parentale pentru 14 hibrizi de porumb omologați.

**REFERINȚE BIBLIOGRAFICE**

1. CIOBANU, V. (2011). Evaluarea ameliorativă a unor analogi restauratori a fertilității polenului. In: Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe. Chișinău, pp. 33-44. ISBN 978-9975-56-001-6.
2. CIOBANU, V. (2018). Crearea și evaluarea restauratorilor ai fertilității polenului pentru formele paterne ale hibrizilor de porumb. In: Aspecte inovative în ameliorarea culturilor agricole. Chișinău, pp. 19-30. ISBN 978-9975-56-560-8.
3. PARTAS, E. (2011). Analiza genealogică a descendențelor segregante ale plantelor androsterile retroîncrucișate în citoplasmă de tip M la porumb. In: Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe. Chișinău, pp. 98-116. ISBN 978-9975-56-001-6.
4. SARCA, V. (2004) Producerea semințelor la porumb. In: Porumbul. Studiu monografic. București, pp. 463-514. ISBN 973-2710-55-1.
5. WYCH, R.D. (1988). Production of hybrid seed corn. In: Corn and corn improvement. Third ed. Madison, USA, pp. 565-607.
6. ГОРБАЧЕВА, А.Г. (2012). Использование С типа ЦМС в селекционно-семеноводческих программах по кукурузе. В: Селекция, семеноводство и технология возделывания кукурузы. Пятигорск, с. 157-170.
7. МЫРЗА, В.П. (2009) Селекция и семеноводство гибридов кукурузы на М - молдавском типе ЦМС. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. Краснодар, с. 154-158. ISBN 978-5-901957-56-1.
8. ПАРТАС, Е.К., ЧОБАНУ, В.Г. (2009). Генетическая система CMS-Rf в семеноводстве молдавских гибридов кукурузы. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, с. 149-153. ISBN 978-5-901957-56-1.
9. ФРАНКОВСКАЯ, М.Т., ОГНЯНИК, Л.Г., КУЦ, Н.Н. (1999). Особенности проявления и использования цитоплазматической мужской стерильности у кукурузы. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, с. 44-57. ISBN 5-7992-0039-X.
10. ЧАЛЫК, Т.С. (1974). ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы. Кишинев: Штиинца. 231 с.

Data prezentării articolului: 28.02.2019

Data acceptării articolului: 27.03.2019



УДК 633.111"324":631.526.32:631.59 (478-21)

## СПЕЦИФИКА СЕЛЕКЦИИ МОЛДАВСКИХ АДАПТИВНЫХ СОРТОВ РАЗНЫХ ЭКОТИПОВ TRITICUM AESTIVUM L.

*Алексей ПОСТОЛАТИ**Научно-исследовательский институт полевых культур «Селекция», Республика Молдова*

**Abstract.** The article describes the particularities of breeding different ecotypes of winter wheat in the Republic of Moldova. On the base of the model of wheat variety created at the Research Institute for Field Crops "Selechia" for the ecological conditions of the Republic of Moldova two ecotypes of winter wheat are bred which are complementing each other on their morphological and biological features: semi-intensive medium-stature varieties with high adaptivity and high crop stability, designed for cultivation on sloping eroded land and in general on more poor soil; short-stature and semi-dwarf varieties of intensive ecotype for cultivation on more rich soil and under irrigation conditions. With the use of the classical method of intraspecific hybridization of ecologically and geographically distant parental forms a variety of breeding materials was created which allows to select perspective varieties for the State Variety Trials. At this period twelve varieties, developed by the Institute are recognized varieties in Moldova. The better ones are: Fenix, Rod, Acord (intensive ecotype) and Meleag, Vestitor, Creator, Capriana (semi-intensive ecotype).

**Key words:** Winter wheat; Variety; Ecotype; Productivity.

**Реферат.** В статье приведены особенности селекции сортов разных экотипов озимой мягкой пшеницы в условиях Республики Молдовы. На базе разработанной в НИИ полевых культур «Селекция» модели сорта для экологических условий этого региона, создаются сорта 2-х разных экотипов, дополняющих друг друга по основным морфолого-биологическим признакам и свойствам: полунинтенсивные среднерослые сорта с высоким уровнем адаптивности и стабильности урожая, предназначенные для возделывания на склоновых эродированных землях и, в целом, по более слабым агрофонам; короткостебельные и полукарликовые сорта интенсивного экотипа для возделывания на более богатых агрофонах и в условиях орошения. При помощи классического метода внутривидовой гибридизации эколого-географически отдаленных родительских форм создан разнообразный исходный селекционный материал, позволяющий отбирать перспективные сорта для госсортоиспытания. Как результат на данный период в республике районированы 12 сортов селекции института. Лучшие из них: Феникс, Род, Акорд (интенсивный экотип) и Меляг, Веститор, Креатор, Кэприана (полунинтенсивный экотип).

**Ключевые слова:** Озимая пшеница; Сорт; Экотип; Продуктивность.

### ВВЕДЕНИЕ

Продуктивность растений, как известно, во многом определяется их генетическим потенциалом и способностью к его реализации в конкретных условиях среды.

Агроклиматические условия Республики Молдова существенно не отличаются от традиционных регионов возделывания озимой пшеницы Юго-запада Украины, ряда зон Румынии и Болгарии. Вся история выращивания данной культуры в этих регионах свидетельствует о решающем значении селекции и использования в производстве лучших ее достижений в виде урожайных и адаптивных сортов.

Целым комплексом агробиологических признаков и свойств должны обладать сорта способные успешно противостоять факторам лимитирующих урожайность характерных для того или другого региона (Колесников, Ф.А., Филобок, Л.П. и др. 2004; Сандухадзе, Б.И., Кочетычов, Г.В. и др. 2004).

Озимая пшеница в республике возделывается во всех почвенно-климатических зонах, в известной степени отличающихся своими почвенно-климатическими условиями.

Большая пестрота складывается также и с используемыми в производстве предшественниками под эту культуру.

Все это в комплексе обуславливает необходимость использовать в аграрном секторе республики сорта с разными агробиологическими признаками и свойствами. Нами в институте обоснована и реально разработана модель сорта для агрометеорологических условий данного региона. Окончательный вариант ее предусматривает создание и использование в производстве сортов 2 разных экотипов:

- группа полунинтенсивных среднерослых сортов с высоким уровнем адаптивности и стабиль-

ности урожая, предназначенные для возделывания после поздних непаровых предшественников, на склоновых эродированных землях и, в целом, по более слабым агрофонам.

- короткостебельные и полукарликовые сорта интенсивного экотипа для возделывания после ранних предшественников (полупар, горох, люцерна), на более богатых агрофонах и в условиях орошения.

Несмотря на определенную специфику сортов этих экотипов, они должны обладать во многом сходными агробиологическими свойствами и признаками, такими как:

- достаточная устойчивость к полеганию.
- хорошая полевая устойчивость к наиболее вредоносным болезням в регионе.
- высокая устойчивость к засухе и высоким температурам воздуха, особенно в критические фазы роста и развития растений.
- устойчивость к морозу (не ниже  $-17^{\circ}\text{C}$  на глубине залегания узла кушения).
- хорошее качество зерна (содержание клейковины  $-26\%$  с качеством ее I-II группы по ИДК).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в отделе селекции и первичного семеноводства зерновых колосовых культур в селекционном севообороте НИИ полевых культур «Селекция». Анализировали результаты урожайности и других признаков и свойств в конкурсном сортоиспытании озимой мягкой пшеницы, полученных в разные по агрометеорологическим условиям годы.

Предшественник – люцерна. Учетная площадь делянки –  $10\text{ м}^2$ , повторность четырехкратная.

Посев проводили малогабаритной селекционной сеялкой СКС-6-10, а уборку селекционным комбайном «Сампо-130».

Фенологические наблюдения и учеты выполняли согласно методике государственного сортоиспытания. Статистическую обработку результатов исследований проводили по общепринятой методике дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1979).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Как и во многих других селекционных учреждениях, в институте по селекционной работе с озимой мягкой пшеницей используется метод внутривидовой гибридизации эколого-географически отдаленных родительских форм. Как правило, в качестве материнской формы берутся лучшие местные сорта и селекционные линии, в разные годы, созданные в институте, а в качестве отцовской преимущественно зарубежные сортообразцы, подобранные по соответствующим признакам и свойствам с целью получения широкого формообразовательного процесса в расщепляющихся поколениях.

Специфика почвенно-климатических условий и пестрый состав предшественников, используемых под озимую пшеницу в аграрном секторе республики, как уже указывалось, обусловили необходимость в разработанной модели создаваемых сортов, предусмотреть 2 разных экотипа по некоторым агробиологическим признакам и свойствам дополняющих друг друга.

Наиболее полное выражение лидирующих в регионе важных хозяйственно-биологических признаков и свойств, а главное, их удачное комбинирование в новых сортах любого экотипа, в определенной степени позволяет сочетать высокий потенциал их продуктивности с высокой ее стабильностью по разным агрофонам и в разные по гидротермическим условиям годы, т.е. создавать адаптивные сорта.

При обосновании и разработке модели сорта было установлено, что в таких нестабильных гидротермических условиях степи, к которым в полной мере относится и территория Республики Молдова, хорошим смягчающим (буферным) признаком саморегуляции ценноза является генетически обусловленная повышенная продуктивная кустистость с формированием 500 и более продуктивных колосьев на  $1\text{ м}^2$  площади посева.

Анализ обширного селекционного материала по озимой мягкой пшенице, проведенного в институте, также показал, что в условиях нашей республики более высокий потенциал продуктивности, формируется, как правило, у генотипов с высотой стеблестоя до 1 м, которые в основном обладают и более высокой устойчивостью к полеганию.

Создание сорта пшеницы с максимально возможным уровнем продуктивности является конечной целью работы каждого селекционера. Этот признак, как известно, служит главным и основным критерием эффективности любой селекционной программы.

Вместе с тем селекция на увеличение продуктивности представляет одну из самых сложных задач, что связано с необычной комплексностью этого признака.

Для того, чтобы сорт пшеницы мог дать высокий урожай, его растения должны соответствовать по крайней мере 3 основным условиям:

- успешно противостоять неблагоприятным воздействиям внешних факторов среды с уклоном на такие доминирующие признаки и свойства как комплексная устойчивость к болезням и вредителям, зимостойкость, засухо-жаростойкость, устойчивость к полеганию.
- с максимальной эффективностью использовать благоприятные условия среды.
- иметь высокий уровень продуктивности и сохранять его в производственных условиях.

В типичных условиях степи, как считает ряд селекционеров, определенный приоритет в селекционной работе с озимой мягкой пшеницей имеет ксероморфный тип растений с хорошей устойчивостью к грибным болезням. В нашем регионе это бурая ржавчина, мучнистая роса, пыльная и твердая головня и корневые гнили.

Для селекционного улучшения качественных показателей у пшеницы в основном, используем метод внутривидовых скрещиваний высокоурожайных местных сортов со средним и хорошим качеством зерна с высококачественными сортами из отдаленных эколого-географических зон мира, представленных в рабочей коллекции института. Ежегодно в институте проводится 110-130 комбинации скрещиваний, что позволяет иметь в первичных селекционных звеньях широкий набор рекомбинантов с их различными хозяйственно-биологическими характеристиками и возможность целенаправленного отбора лучших из них.

Исходя из такого принципа и схемы селекционной работы, в институте созданы и в разные годы были районированы такие высокопродуктивные сорта озимой мягкой пшеницы, как Питукул, Днестрянка, Думбрэвица, Бельчанка 7, Бельчанка 5, Лэутар, Кэприяна, Меляг, Веститор, Креатор, Феникс, Род, Акорд, Талисман др.

По своим морфолого-биологическим признакам и свойствам они относятся к разным экотипам.

Нами проанализированы и сопоставлены результаты 8 таких основных показателей у 6 сортов интенсивного экотипа и 5 полуинтенсивного экотипа нашей селекции в среднем за 2012-2017 г.г. полученных в конкурсном сортоиспытании по предшественнику люцерны (табл.1).

Для лучшего визуального восприятия они также представлены и в виде диаграмм (график 1 – 3).

Как видно из этих данных по таким показателям, как масса зерна с колоса, масса 1000 зерен, высота растений, число колосьев на м<sup>2</sup> все изучаемые сорта как интенсивного, так и полуинтенсивного экотипов в целом, близки между собой, а также с синтетическими показателями «идеального» сорта. Но значительно больший размах наблюдается по показателям качества зерна, такими как объем хлеба, содержание и качество клейковины.

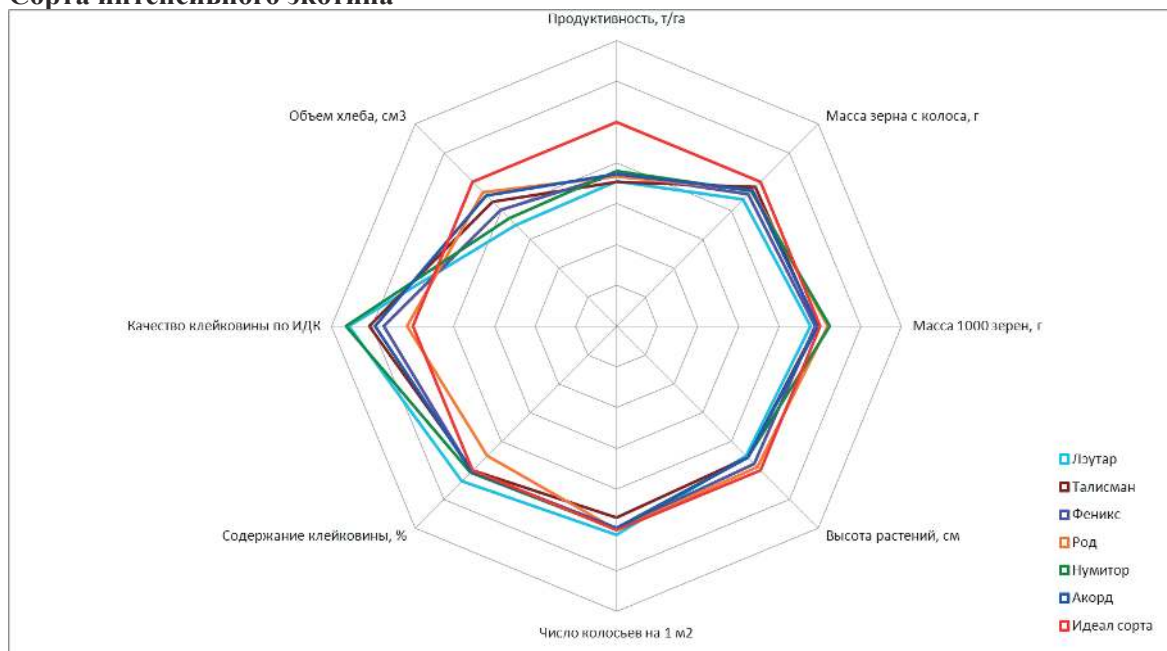
По ним, а также по уровню продуктивности у сортов обоих экотипов имеется явный резерв значительного селекционного улучшения этих признаков относительно уровня показателей «идеального» сорта.



**Таблица 1.** Морфобиологическая характеристика сортов озимой мягкой пшеницы различных экотипов селекции НИИ полевых культур (г. Бельцы, РМ) (среднее за 2012-2017 гг., предшественник – люцерна)

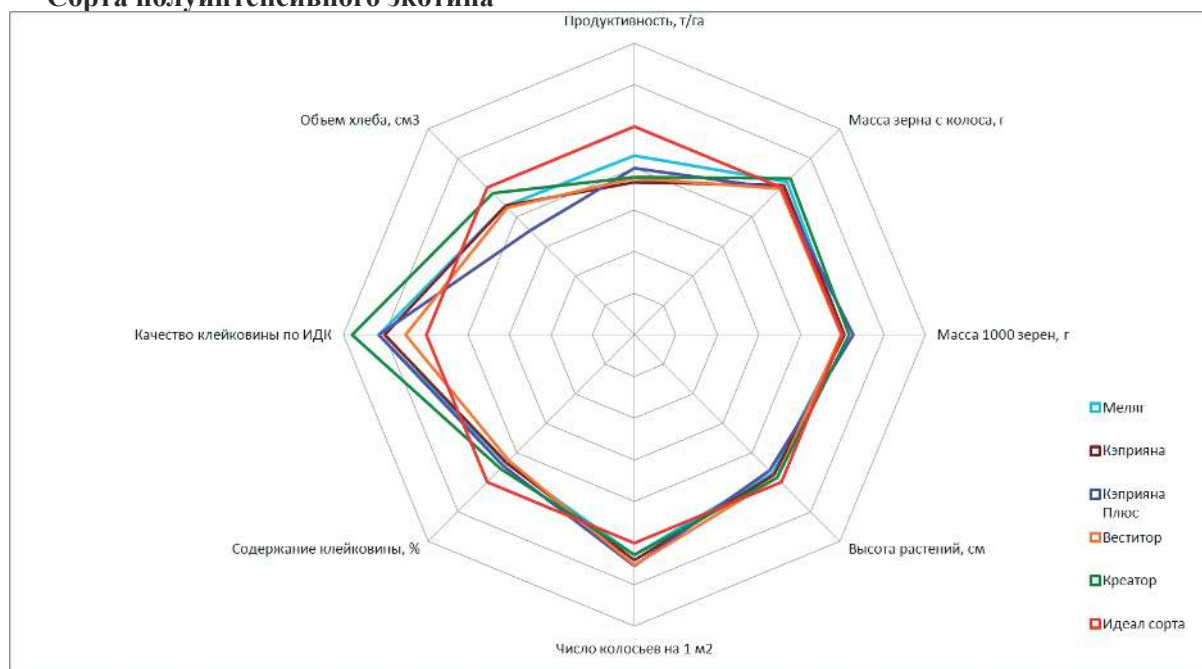
| Сорт, экотип                            | Морфобиологические показатели     |                                  |                              |                                |                                               |                                              |                                       |                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
|                                         | Продук-<br>тив-<br>ность,<br>т/га | Масса<br>зерен с<br>колоса,<br>г | Масса<br>1000<br>зерен,<br>г | Высота<br>расте-<br>ний,<br>см | Число<br>коло-<br>сьев на<br>1 м <sup>2</sup> | Содер-<br>жание<br>клей-<br>ковины<br>%<br>% | Качество<br>клейко-<br>вины по<br>ИДК | Объем<br>хлеба<br>см <sup>3</sup> |
| <b>Сорта интенсивного экотипа:</b>      |                                   |                                  |                              |                                |                                               |                                              |                                       |                                   |
| 1. Лэутар                               | 5,32                              | 1,23                             | 38,1                         | 81                             | 604                                           | 28,7                                         | 92                                    | 420                               |
| 2. Талисман                             | 5,30                              | 1,35                             | 39,3                         | 82                             | 554                                           | 26,7                                         | 85                                    | 517                               |
| 3. Феникс                               | 5,59                              | 1,28                             | 39,0                         | 86                             | 585                                           | 26,9                                         | 80                                    | 483                               |
| 4. Род                                  | 5,50                              | 1,32                             | 41,5                         | 88                             | 589                                           | 24,0                                         | 72                                    | 557                               |
| 5. Нумитор                              | 5,70                              | 1,31                             | 41,9                         | 82                             | 587                                           | 27,1                                         | 93                                    | 448                               |
| 6. Аккорд                               | 5,59                              | 1,32                             | 39,6                         | 82                             | 584                                           | 26,9                                         | 83                                    | 543                               |
| Среднее по экотипу                      | 5,51                              | 1,30                             | 39,9                         | 85                             | 584                                           | 26,7                                         | 84                                    | 495                               |
| «Идеал» сорта                           | 7,0-8,0                           | 1,40                             | 40,0                         | 90                             | 590                                           | 32,0                                         | 70                                    | 600                               |
| <b>Сорта полунинтенсивного экотипа:</b> |                                   |                                  |                              |                                |                                               |                                              |                                       |                                   |
| 1. Меляг                                | 5,59                              | 1,35                             | 40,3                         | 94                             | 581                                           | 27,9                                         | 86                                    | 525                               |
| 2. Кэприана                             | 4,76                              | 1,32                             | 40,4                         | 95                             | 595                                           | 27,8                                         | 84                                    | 526                               |
| 3. Кэприана Плюс                        | 5,20                              | 1,29                             | 42,1                         | 92                             | 610                                           | 28,5                                         | 86                                    | 425                               |
| 4. Веститор                             | 4,89                              | 1,29                             | 39,8                         | 97                             | 608                                           | 27,3                                         | 77                                    | 518                               |
| 5. Креатор                              | 4,92                              | 1,38                             | 41,3                         | 97                             | 581                                           | 29,1                                         | 96                                    | 577                               |
| Среднее по экотипу                      | 5,05                              | 1,33                             | 40,8                         | 95                             | 595                                           | 28,1                                         | 86                                    | 514                               |
| «Идеал» сорта                           | 6,0-7,0                           | 1,30                             | 40,0                         | 100                            | 550                                           | 32,0                                         | 70                                    | 600                               |

**Сорта интенсивного экотипа**

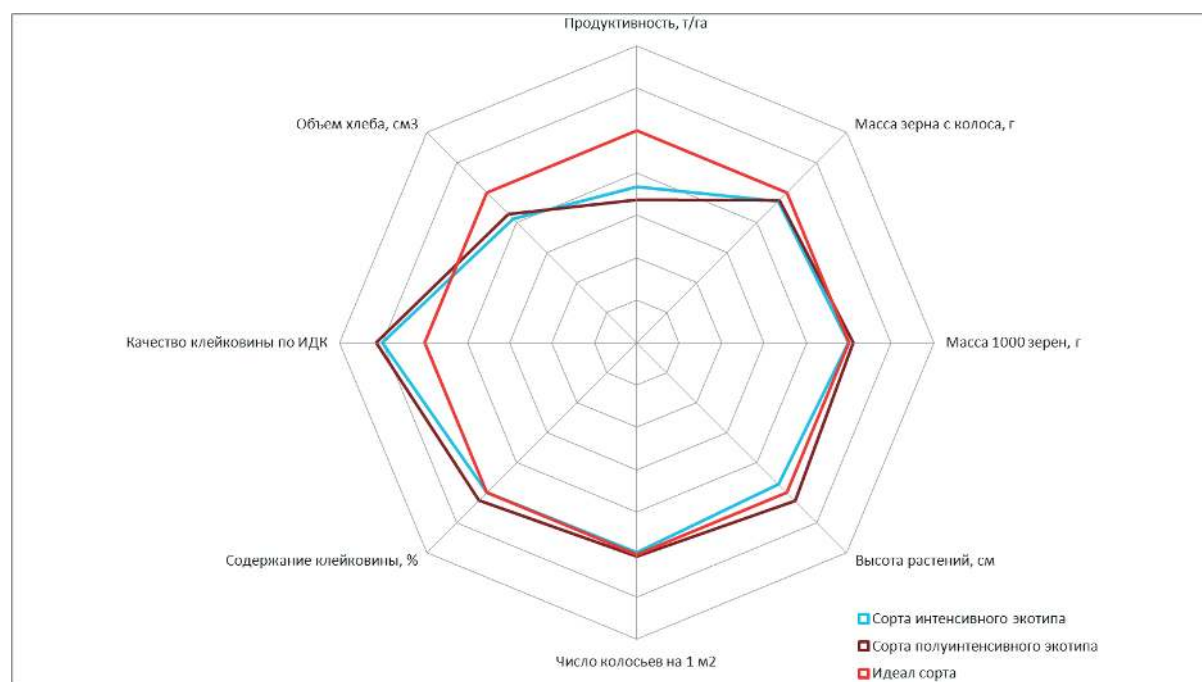


**Рисунок 1.** Основные элементы структуры урожая и показатели качества зерна у районированных и перспективных сортов *Triticum Aestivum* L. молдавской селекции (ср. за 2012-2017 гг., предшественник – люцерна)

### Сорта полуинтенсивного экотипа



**Рисунок 2.** Основные элементы структуры урожая и показатели качества зерна у районированных и перспективных сортов *Triticum Aestivum* L. молдавской селекции (ср. за 2012-2017 гг., предшественник – люцерна)



**Рисунок 3.** Основные элементы структуры урожая и показатели качества зерна в среднем у сортов различных экотипов *Triticum Aestivum* L. молдавской селекции (ср. за 2012-2017 гг., предшественник – люцерна)

Безусловно, есть определенные сортовые различия в обоих экотипах. В группе сортов интенсивного экотипа по комплексу признаков лучшими являются такие районированные сорта как Аккорд, Род, Феникс и Нумитор.

Из сортов полуинтенсивного экотипа по комплексу таких же показателей приоритет имеют: Веститор, Креатор, Меляг и Кэприана.

Если проанализировать средние показатели тех же 8 признаков по экотипам в целом и сопоставить их с уровнем «идеального» сорта, то на данном этапе в реальных метеорологических условиях республики все же следует отдать некоторые предпочтения сортам полунтенсивного экотипа (рис. 3).

## ВЫВОДЫ

Для создания разнообразного исходного селекционного материала по озимой мягкой пшенице в институте используется классическая схема внутривидовой гибридизации отдаленных эколого-географических родительских форм.

В связи с заметным изменением климата и его гидротермического режима еще больше обострилась необходимость селекции высокопродуктивных сортов с улучшенными параметрами их адаптивности.

В институте создан ряд сортов озимой мягкой пшеницы в определенной мере соответствующих этим требованиям. Это такие сорта как Феникс, Род, Аккорд, Нумитор (интенсивный экотип) и Меляг, Веститор, Креатор, Кэприана (полунтенсивный экотип).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1979). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Издание 4-е перераб. и доп. Москва: Колос. 416 с.
2. КОЛЕСНИКОВ, Ф.А., ФИЛОБОК, Л.П., ГРИЦАЙ, Г.И. и др. (2004). Подходы к селекции адаптивных среднерослых сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Краснодара (на примере сорт Вита). В: Эволюция научных технологий в растениеводстве. Том 1: Пшеница. Краснодар, с. 48-58.
3. САНДУХАДЗЕ, Б.И., КОЧЕТЫЧОВ, Г.В., БУГРОВА, В.В. и др. (2004). Селекция озимой пшеницы в Нечерноземном Центре России (направления и методические решения). В: Эволюция научных технологий в растениеводстве. Том 1: Пшеница. Краснодар, с. 73-79.

Data prezentării articolului: 22.03.2019

Data acceptării articolului: 03.05.2019



УДК 633.31:631.811.98:631.67 (477,7)

## ВЛИЯНИЕ РОСТРЕГУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

Валентина ГАМАЮНОВА<sup>1</sup>, Максим ТУЗ<sup>1</sup>, Сергей БАЗАЛИЙ<sup>1</sup>,  
Екатерина ШИН<sup>1</sup>, Татьяна ГЛУШКО<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Николаевский национальный аграрный университет, Украина

<sup>2</sup>ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет»

**Abstract.** The article presents the results of studies conducted with legumes: pea (Tsarevich and Oplot varieties), chickpea (Pamyat and Rosanna varieties), soybean (Melpomene and Cordoba varieties). The research was aimed to study the influence of modern growth-regulating preparations (biological products) used for pre-sowing inoculation of seeds and foliar fertilizing of plants in the main vegetation periods. It was established that the yield of all studied legumes essentially varied in the context of crop species, weather conditions of the cultivation year, varietal characteristics and it significantly changed under the influence of optimization of nutrition, based on resource-saving approaches such as using only biological products or using them on the background of small starting doses of mineral fertilizers.

**Key words:** Legume crops; Biopreparations; Seed inoculation; Foliar feeding; Grain yield, Nutrition optimization; Vegetation phases.

**Реферат.** В статье представлены результаты исследований, проведенных с бобовыми культурами: горохом (сорта Царевич и Оплот), нутом (сорта Память и Розанна), соей (сорта Мельпомена и Кордоба), при возделывании которых изучали влияние современных рострегулирующих препаратов, применяемых для предпосевной инокуляции семян и внекорневых подкормок растений в основные периоды вегетации. Установлено, что урожайность всех взятых на исследование бобовых существенно колебалась в разрезе культур, погодных условий года возделывания, сортовых особенностей и значительно изменялась под влиянием оптимизации питания, базирующейся на ресурсосберегающих подходах – использовании только биопрепаратов или с их применением по фону небольших стартовых доз минеральных удобрений.

**Ключевые слова:** Бобовые культуры; Биопрепараты; Инокуляция семян; Внекорневые подкормки; Урожайность зерна; Оптимизация питания; Фазы вегетации.

### ВВЕДЕНИЕ

Оценить значение бобовых растений в сельскохозяйственной отрасли в полной мере практически невозможно. Их роль исключительно важна в формировании вала зернобобовых культур, обеспечении населения растительным белком, а животных – высококачественными кормами, обогащении почв бесплатным биологическим азотом, органическим веществом, их значении как лучших предшественников в севооборотах для последующих культур.

Однако, несмотря на эти положительные качества, в последние годы под бобовые культуры в структуре землепользования отводят все меньше площадей в сравнении с рекомендованными оптимальными их нормами. В этой связи, к сожалению, ухудшилось и в дальнейшем продолжает снижаться плодородие почв. Уменьшение возделывания в севооборотах бобовых культур и многолетних трав способствует проявлению этих негативных процессов. Известно, что однолетние бобовые оставляют после себя 60-90 кг/га накопленного ими биологического азота, а люцерна за три года выращивания в среднем фиксирует 200 кг/га азота, который полностью без потерь используется растениями в течение нескольких лет (Камінський, В.Ф. 2005; Гамаюнова, В.В., Туз, М.С. 2017; Толкачев, Н.З. 2001).

По количеству накопленного органического вещества и его эффективности люцерну трехлетнего возделывания можно после распахки пласта приравнять к применению 30-35 т/га, а однолетние бобовые культуры к 15-20 т/га полуперепревшего навоза (Філіп'єв, І.Д., Балюк, С.А. та ін. 2009; Тонкаль, Е.А. 1990). Установлено, что бобовые культуры позволяют растениям лучше использовать труднорастворимые фосфаты, содержащиеся в почве, усиливая их иммобилизацию (Тонкаль, Е.А. 1990, Патыка В.Ф. 2002). Многими в т. ч. и нашими исследованиями установлено, что земледелие и особенно биологическое должно основываться на оптимальной насыщенности севооборотов (не менее 25 %) бобовыми культурами (Філіп'єв, І.Д., Сидякіна, О.В. 2004; Гамаю-

нова, В.В. et al. 2017). О возрастающей роли севооборота, как организационной и функциональной модели системы земледелия в современных условиях хозяйствования, сообщают и другие исследователи (Квасніцька, Л.С. 2015). Ими установлено, что в условиях достаточного увлажнения правобережной Лесостепи Украины, все возделываемые культуры севооборота положительно реагируют на увеличение насыщения бобовыми до 57 %. Авторы отмечают что, таким образом, можно заменить минеральный азот биологическим. Вместе с тем наивысшую продуктивность в их исследованиях обеспечил зернопропашной севооборот с 80 % зерновых, в т. ч. 20 % гороха.

Известно, что отсутствие бобовых культур и насыщение севооборотов подсолнечником в т.ч. в зоне Степи Украины уже привели и способствуют дальнейшей деградации и обеднению почв на элементы питания, непродуктивным потерям влаги и другим негативным последствиям (Тонкаль, Е.А. 1990).

В этой связи возникает острая необходимость во внедрении в севообороты бобовых культур, тем более, что в связи с потеплением климата, длительным периодом отсутствия дождей, уменьшением объемов применения навоза и других органических удобрений, все меньше площадей отводят под пары, ведь под растениями почва лучше защищена от нагревания солнечными лучами и непродуктивных потерь влаги. Вместе с тем при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях юга Украины, в т.ч. и бобовых, необходимо подбирать сорта и разрабатывать технологии, способствующие как увеличению продуктивности, так и эффективности водопотребления.

Задачей наших исследований было изучение ряда бобовых культур с целью определения уровней их урожайности и адаптированности к условиям неустойчивого увлажнения юга Степи Украины без полива и на орошении.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые опыты с сортами бобовых культур проводили в учебном научно - практическом центре Николаевского ГАУ. Почва опытных участков представлена черноземом южным, который характеризуется средним содержанием подвижного азота и фосфора и высоким – калия, гумуса содержится 3,2-3,5%, pH – 6,8-7,2.

Семена гороха и нута перед севом обрабатывали рострегулирующими биопрепаратами: горох – Эскортом-био и Мочевин –К6, нут – Мочевин-К6 и Биомаг-нут. Нормы применяемых для инокуляции препаратов составили по 1л/т семян. В основные периоды вегетации посевы гороха, нута и сои также обрабатывали современными рекомендованными для этих культур биопрепаратами в оптимальных дозах, а в контрольных вариантах семена и растения обрабатывали водой. Так, для внекорневых подкормок гороха применяли Мочевин-К2, Органик Д2 и Эскорт-био; нута- Органик Д2 и Эскорт-био, а для сои – экойлин бобовый хелаты, экойлин бор премиум и экойлин молибден комплексный как каждый отдельно, так и комплексно в различных сочетаниях. Схемы опытов с исследуемыми культурами приведены в таблицах и рисунках.

Исследования проводили с районированными сортами: горох - Оплот и Царевич, нут – Розанна и Память; соя – Мельпомена и Кордоба. Горох и нут возделывали без полива, а сою – с применением оптимального орошения (способом дождевания).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Исследованиями, проведенными с сортами гороха, установлено, что эта культура положительно реагирует на применение биопрепаратов. Так, только предпосевная обработка семян без проведения внекорневых подкормок растений, увеличивала урожайность гороха сорта Оплот с 1,78 т/га до 1,93 т/га с обработкой их Мочевин К6 и до 1,99 т/га Эскортом-био, а сорта Царевич с 1,73 до 1,90 и 1,95 т/га соответственно (табл.1).

При совмещении приемов обработки семян перед севом с последующими подкормками растений в основные фазы вегетации урожайность возросла в еще большей мере. Например, обработка семян водой без использования биопрепарата и подкормок обеспечила урожайность зерна гороха сорта Оплот на уровне 1,76 т/га, применение подкормок в среднем по всем вариантам опыта способствовало увеличению продуктивности гороха до 2,22 т/га или на 26,1 %. По фону обработки семян Эскортом-био эти показатели составили соответственно 1,90; 2,47 т/га и 24,1 %.

**Таблица 1.** Урожайность зерна сортов гороха в зависимости от применяемых биопрепаратов (среднее за 2013-2015 гг), т/га

| Вариант подкормки          | Сорт Оплот          |               |            | Сорт Царевич        |            |            |
|----------------------------|---------------------|---------------|------------|---------------------|------------|------------|
|                            | Обработка семян     |               |            | Обработка семян     |            |            |
|                            | Водой<br>(контроль) | Мочевин<br>К6 | Эскорт-био | Водой<br>(контроль) | Мочевин К6 | Эскорт-био |
| Обработка водой<br>(контр) | 1,76                | 1,93          | 1,99       | 1,73                | 1,90       | 1,95       |
| Мочевин К2 (фаза1)         | 1,96                | 2,16          | 2,24       | 1,91                | 2,13       | 2,16       |
| Мочевин К2 (фаза2)         | 2,06                | 2,29          | 2,37       | 2,06                | 2,22       | 2,30       |
| Мочевин К2 (фазы1+2)       | 2,23                | 2,45          | 2,61       | 2,26                | 2,44       | 2,63       |
| Органик Д2 (фаза1)         | 2,10                | 2,34          | 2,34       | 2,05                | 2,27       | 2,21       |
| Органик Д2(фаза2)          | 2,25                | 2,45          | 2,53       | 2,18                | 2,37       | 2,34       |
| Органик Д2(фазы1+2)        | 2,41                | 2,62          | 2,85       | 2,27                | 2,46       | 2,71       |
| Эскорт-био (фаза 1)        | 2,19                | 2,30          | 2,30       | 2,10                | 2,31       | 2,23       |
| Эскорт-био (фаза 2)        | 2,98                | 2,35          | 2,43       | 2,24                | 2,40       | 2,39       |
| Эскорт-био (фазы1+2)       | 2,36                | 2,49          | 2,58       | 2,46                | 2,49       | 2,71       |

Примечание: фаза 1 – 5-6 листьев; фаза 2 – бобообразование

Аналогичные результаты получены нами и при возделывании гороха сорта Царевич. В абсолютном контроле (при обработке семян и посева водой) урожайность сформирована на уровне 1,73 т/га, а средневзвешенный показатель её по вариантам внекорневых подкормок составил 2,17 т/га или увеличился на 25,4%. При обработке семян Эскортом-био данные урожайности зерна гороха составили 1,95; 2,41 т/га и 23,6 %.

Близкие, но несколько ниже в сравнении с Эскортом-био, результаты урожайности гороха обоих сортов, как свидетельствуют данные таблицы 1, обеспечивала и предпосевная обработка семян препаратом Мочевин К6. Относительно проведения внекорневых подкормок также установлено, что их эффективность зависела от взятого на исследование препарата и фазы вегетации растений. Урожайность сортов гороха в наименьшей мере увеличивалась от применения Мочевин К2, а препараты Органик Д2 и Эскорт-био повышали её существенно. Проведение внекорневой подкормки в период бутонизации – бобообразования в сравнении с фазой 5-листьев у растений гороха в большей степени увеличивало уровень урожайности зерна гороха, а максимальной она формировалась от проведения двукратных подкормок в обе фазы вегетации. Исследуемые сорта гороха несколько по-разному реагировали на применяемые для подкормок препараты. Так, максимальный уровень урожайности зерна сорт гороха Оплот сформировал от использования для подкормок препарата Органик Д2, в среднем за три года он составил 2,85 т/га по фону предпосевной обработки семян Эскортом-био, тогда как по фону Мочевин К6 в этом варианте собрано 2,62 т/га, а при обработке семян только водой урожайность была наименьшей-2,41 т/га. Использование для внекорневых подкормок Эскорта-био обеспечило несколько меньший уровень урожайности: 2,58; 2,49 и 2,36 т/га зерна гороха.

Сортом Царевич по фону обработки семян Эскортом-био при проведении внекорневых подкормок препаратами Органик Д2 и Эскортом-био в среднем за годы исследований сформировано по 2,71 т/га зерна гороха. Таким образом, урожайность гороха от применения двух подкормок растений без предпосевной обработки семян по сорту Оплот максимально возросла на 36,9% с использованием препарата Органик Д2- с обработкой семян Мочевин К6 и так же с двукратной подкормкой препаратом Органик Д2 на 35,8 %, а Эскортом-био – на 43,2 % (с 1,99 до 2,85 т/га) и это была максимальная урожайность по опыту.

Сорт Царевич обеспечил приросты урожая без обработки семян при применении для внекорневых подкормок Эскорта-био на 42,2 %, по фону обработки семян Мочевин К6 и проведении подкормок Эскортом-био на 31,1 %, а использовании Эскорта-био для обработки и семян и растений – на 39,0 %. Таким же прирост урожая был при обработке семян Эскортом-био, а посева растений Органик Д2 и составил 39,0 %.

Исследованиями установлено положительное влияние применения современных биопрепаратов для предпосевной обработки семян и посевов растений в основные периоды вегетации



гороха, зерновая продуктивность которого в зависимости от сорта и их сочетания возрастает до 43,2 %, а если сравнить максимальные значения сформированной урожайности с абсолютным контролем, то прирост по сорту Оплот составил 61,9 % - с 1,76 до 2,85 т/га, а по сорту Царевич - 56,6 % - с 1,73 до 2,71 т/га. Таким образом, применение биопрепаратов для оптимизации питания гороха является целесообразным.

Такая же закономерность использования современных биопрепаратов определена нами и при возделывании культуры нута (табл.2).

Так, сорт Розанна только от обработки семян без удобрений увеличил продуктивность в среднем за три года на 8,6 и 10,5% соответственно К6 и Биомаг-нут в сравнении с контролем, а сорт Память на 16,0% по обоим препаратам. Этот прием по фону предпосевного внесения N15P15K15 увеличил урожайность зерна возделываемых сортов на 7,3-10,6 % и 10,3-12,1 %.

**Таблица 2.** Влияние сортовых особенностей, обработки семян и посева растений современными биопрепаратами на урожайность зерна нута (среднее за 2015-2017 гг.), т/га

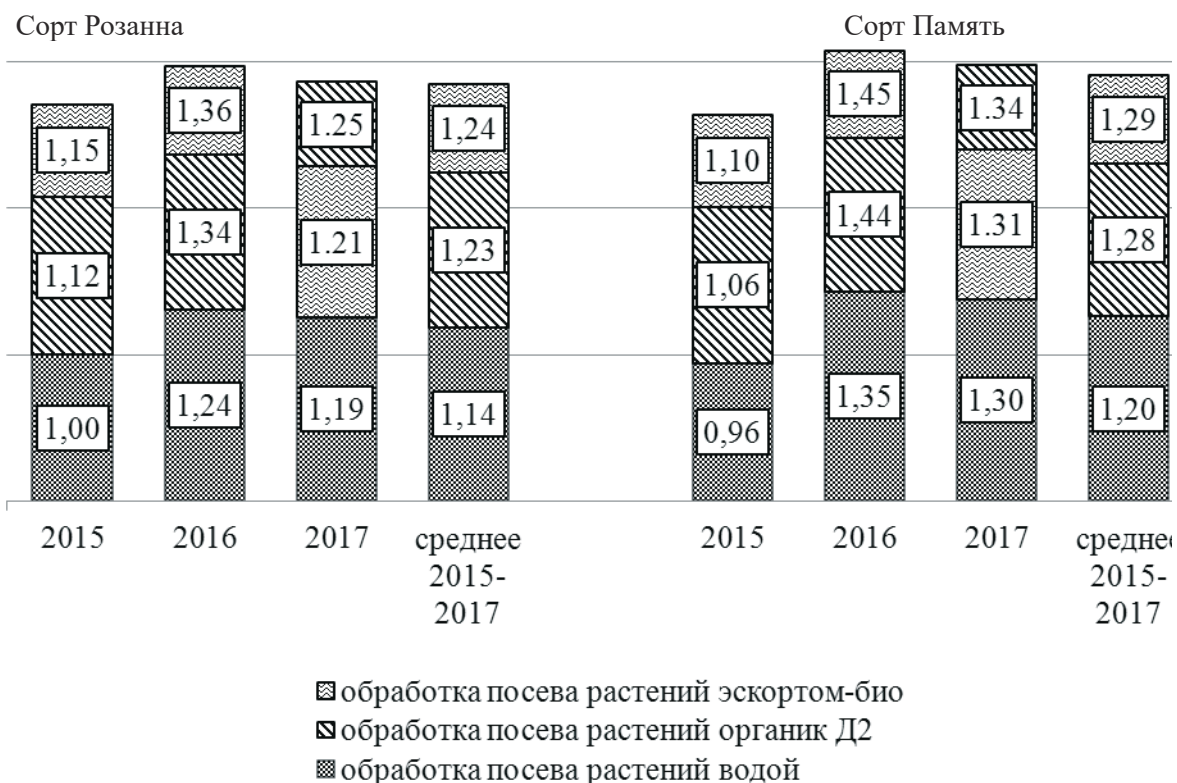
| Фон                                                   | Обработка семян перед севом (фактор В) | Сорт Розанна(st) фактор А                 |            |            | Сорт Память (фактор А) |            |            |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|
|                                                       |                                        | Внекорневые подкормки растений (фактор С) |            |            |                        |            |            |
|                                                       |                                        | Водой (контроль)                          | Органик Д2 | Эскорт-био | Водой (контроль)       | Органик Д2 | Эскорт-био |
| Без удобрений                                         | Контроль (обр.водой)                   | 1,05                                      | 1,10       | 1.15       | 0,94                   | 1,06       | 1,04       |
|                                                       | Обр. К6                                | 1,14                                      | 1,22       | 1,21       | 1,09                   | 1,17       | 1,16       |
|                                                       | Обр. Биомаг-нут                        | 1,16                                      | 1,24       | 1,25       | 1,09                   | 1,19       | 1,17       |
| N <sub>15</sub><br>P <sub>15</sub><br>K <sub>15</sub> | Контроль (обр. водой)                  | 1,22                                      | 1,28       | 1,24       | 1,16                   | 1,21       | 1,21       |
|                                                       | Обр. К6                                | 1,31                                      | 1,40       | 1,41       | 1,28                   | 1,38       | 1,41       |
|                                                       | Обр. Биомаг-нут                        | 1,35                                      | 1,42       | 1,46       | 1,30                   | 1,39       | 1,43       |

В большей степени урожайность нута возрастала от совместного применения обработок, как семян, так и растений в течение вегетации, максимальные приросты по сортам составили 8,7-12,7 % и 12,3-12,5 % без удобрений и 10,6-17,7 %; 14,5-18,2 % по фону их внесения. В целом урожайность нута сорта Розанна под действием фонового удобрения и биопрепаратов возрастала от 1,05 до 1,46 т/га, а сорта Память – от 0,94 до 1,43 т/га, т.е. на 39,0 и 52,1 % соответственно.

Эффективность биопрепаратов при возделывании нута в разрезе сортов наглядно иллюстрирует рис.1.

При этом, отчетливо просматривается более положительное влияние на урожайность обработки растений, и прежде всего Эскортом-био. Однако, в самом неблагоприятном по количеству осадков, выпавших за вегетацию нута 2017 году, более эффективным оказался препарат органик Д2, который, очевидно, способствует растениям легче перенести почвенную и воздушную засухи. В среднем за три года исследований оба биопрепарата показали практически одинаковые результаты по влиянию на уровень урожайности сортов нута.

Учитывая потребность в зерне нута, высокую его стоимость, значение как предшествующей культуры, хорошую реакцию на оптимизацию питания с ресурсосберегающим подходом, нут в условиях юга Степи Украины целесообразно возделывать. Эта бобовая культура к тому же является одной из самых засухоустойчивых, при наступлении неблагоприятных климатических условий она способна временно приостановить вегетацию, а при их оптимизации снова её возобновить (Бушулян, О.В. 2009). Нашими предыдущими исследованиями с сортами сои, возделываемыми в степной зоне Украины без орошения в очень неблагоприятном по увлажнению 2006 г. сортом Фаэтон сформировано в контроле всего лишь 0,62 т/га зерна, а в лучшем варианте опыта - 0,99 т/га, а сортом Оксана соответственно 0,67 и 1,08 т/га (Гамаюнова, В.В. 2014). К тому же в условиях юга Украины соя занимает значительные площади, правда, преимущественно на орошаемых землях, а нут на опытном поле Николаевского ГАУ мы выращивали впервые и в почве ещё отсутствует микробиота, необходимая нуту, поэтому следует надеяться, что повторное возвращение этой культуры на поле позволит значительно повысить её продуктивность.



**Рисунок 1.** Влияние внекорневых подкормок растений на продуктивность зерна сортов нута в годы исследований (среднее по фактору обработки семян и удобрения), т/га

Испытание современных биопрепаратов мы провели на двух сортах сои, которую возделывали на орошении. Исследованиями установлено, что эта культура так же, как и другие бобовые – горох и нут, положительно реагирует на оптимизацию её питания путем применения биопрепаратов (табл. 3).

**Таблица 3.** Урожайность сортов сои в зависимости от внекорневых подкормок растений биопрепаратами (среднее за 2016-2017 гг.)

| Вариант подкормки<br>(фактор В)                                                    | Мельпомена (А)            |                       |      | Кордоба (А)          |                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|------|----------------------|--------------------|------|
|                                                                                    | Уро-<br>жайность,<br>т/га | Прирост к<br>контролю |      | Урожайность,<br>т/га | Прирост к контролю |      |
|                                                                                    |                           | т/га                  | %    |                      | т/га               | %    |
| Контроль (обработка водой)                                                         | 2,87                      | 0,00                  | 0,00 | 2,78                 | 0,00               | 0,00 |
| Эколайн бобовый хелаты                                                             | 3,11                      | 0,24                  | 8,3  | 2,84                 | 0,06               | 2,2  |
| Эколайн Бор Премиум                                                                | 3,34                      | 0,47                  | 16,4 | 3,03                 | 0,25               | 9,0  |
| Эколайн Бобовый Хелаты<br>+Эколайн Бор Премиум                                     | 3,51                      | 0,64                  | 22,3 | 3,12                 | 0,34               | 12,2 |
| Эколайн Молибден<br>комплексный                                                    | 3,14                      | 0,27                  | 9,4  | 2,96                 | 0,18               | 6,5  |
| Эколайн Бор Премиум<br>+Эколайн Молибден<br>комплексный                            | 3,44                      | 0,57                  | 19,9 | 3,03                 | 0,25               | 9,0  |
| Эколайн Бобовый Хелаты<br>+Эколайн Бор Премиум<br>+Эколайн Молибден<br>комплексный | 3,57                      | 0,7                   | 24,4 | 3,11                 | 0,33               | 11,9 |

Так, если в контроле сорт сои Мельпомена сформировал в среднем за два года 2,87 т/га зерна, то в варианте совместного использования для обработки посева Эколайн бобовый хелаты и

Эколайн молибден комплексный получено 3,57 т/га или на 24,4 % больше. Сорт сои Кордоба обеспечил получение урожайности в приведенных выше вариантах опыта 2,78 и 3,11 т/га зерна и прирост её 11,9 %. Следует отметить, что этим сортом по фону применения Эколайн бобовый хелаты с Эколайн бор Премиум сформирована такая же, даже более высокая урожайность – 3,12 т/га+12,2 % к контролю в среднем за 2 года, в т.ч. 3,33 т/га в 2016 г., в котором по сорту Кордоба она была максимальной.

В целом, хоть сою возделывали с применением оптимального орошения, урожайность культуры несколько выше получена в более благоприятном по климатическим условиям 2016 году. В среднем же за два года возделывания сортом сои Мельпомена в контроле сформировано 2,87 т/га зерна, а в среднем по всем вариантам с применением биопрепаратов – 3,42 т/га, т.е. прирост урожайности составил 0,55 т/га или 19,2 %. По сорту сои Кордоба данные показатели соответственно составили: 2,78; 3,05; 0,27 т/га и 9,7%. Из этого можно заключить, что сорт сои Мельпомена по сравнению с сортом Кордоба является более урожайным, к тому же он лучше реагирует на применение современных биопрепаратов, содержащих в своём составе микроэлементы.

При возделывании сельскохозяйственных культур в условиях неустойчивого и нестабильного увлажнения юга Украины, которую считают зоной рискованного земледелия, очень важно кроме получения стабильного уровня урожая обеспечить эффективное использование влаги растениями именно на формирование урожая, предотвращая непродуктивные потери её на испарение.

Нашими исследованиями установлено, что водопотребление гороха от применения биопрепаратов в среднем за годы исследований по сортам уменьшилось на 38,4% в сравнении с контролем, что свидетельствует об эффективном использовании влаги (запасов почвенной влаги на период сева и осадков, выпавших за период вегетации культуры) растениями на формирование единицы урожая. Минимальным коэффициент водопотребления определен при совместном применении биопрепаратов как для предпосевной обработки семян, так и посева растений в основные периоды вегетации.

При возделывании сортов нута в среднем за три года исследований в вариантах с применением  $N_{15}$   $P_{15}$   $K_{15}$ , предпосевной обработки семян и посева растений биопрепаратами в течение вегетации имеющуюся влагу почвы и осадков растения на образование единицы урожая так же, как и горох, использовали на 36,6% эффективнее в сравнении с контролем. Приведенная закономерность и значимость ресурсосберегающих подходов к оптимизации питания бобовых растений путём применения биопрепаратов установлена исследованиями (Shibairo, Solomin I. 2012) в условиях южной Степи Украины, а также при возделывании зерновых культур (Дворецкий, В.Ф., Сидякина, Е.В. 2017).

Это ещё раз свидетельствует о том, что в нынешних условиях хозяйствования, когда плодородие почв ухудшается (снижается), а удобрения и их внесение является экономически высоко затратным приём в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, целесообразно питание растений оптимизировать путём использования современных биопрепаратов для предпосевной обработки семян и подкормок растений в течение вегетации, что важно и в связи с изменениями климатических условий.

## ВЫВОДЫ

Научная новизна проведенных нами исследований заключается в разработке ресурсосберегающих подходов к оптимизации питания ряда бобовых культур: гороха, нута и сои путём применения биопрепаратов для предпосевной обработки семян и растений в основные фазы вегетации. Установлено, что при таком их использовании урожайность зерна сортов взятых нами на исследование бобовых культур, существенно возрастает при соответственно небольших затратах средств на их применение. Приросты урожайности в зависимости от сортовых особенностей, препарата, способа и фазы его использования были существенными и составили максимально по гороху 56,6-61,9%, по нуту – 39,0-52,1%, а по сое на орошении они были меньшими – 12,2-24,4%.

Также установлено, что биопрепараты усиливают ростовые процессы растений, повышают их устойчивость к засухе, экстремально высоким температурам, их суточным перепадам, другим неблагоприятным климатическим факторам, способствуя при этом увеличению их урожайности.

Вместе с тем, что исключительно важно для экстремальных условий южной Степи Украины, применение биопрепаратов способствует растениям значительно эффективнее использовать почвенную влагу и осадки вегетационного периода на формирование единицы продукции – коэффициент водопотребления гороха в сравнении с контролем снижается на 38,4%, а нута – на 36,6%. Таким образом, использование биопрепаратов и рострегулирующих препаратов под бобовые культуры является эффективным и целесообразным.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БУШУЛЯН, О.В. (2009). Нут: селекція, насінництво, технологія вирощування: монографія. Одеса. 248 с.
2. ГАМАЮНОВА, В.В. (2014). Значення сої у землеробстві, вплив сорту, фону живлення й бактеризації насіння на врожайність, вміст жиру та його умовний збір за вирощування її на Півдні України без поливу. У: Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Агрономія і біологія, вип. 3(27), с. 169-172.
3. ГАМАЮНОВА, В.В., КОКОВІХІН, С.В., АЛМАШОВА, В.С., ОНИЩЕНКО, С.О. (2017). Агробіологічне обґрунтування технології вирощування гороху овочевого в умовах півдня України: монографія. Херсон: Айлант. 183 с.
4. ГАМАЮНОВА, В.В., ТУЗ, М.С. (2017). Вплив біопрепаратів та вологоутримуючих гідрогелів на продуктивність та азотфіксуючу здатність сортів гороху. У: Наукові доповіді НУБіП України, № 4(68). Доступ: <http://journals.nubip.edu.ua/idex.php/Dopovidi/issue/wiew/368pdf.14c>.
5. ДВОРЕЦКИЙ, В.Ф., СИДЯКИНА, Е.В. (2017). Изменение водопотребления яровых зерновых культур под влиянием фона питания и биопрепарата Эскорт-био. У: Экономика и сельское хозяйство, № 8(20). 10 с. Доступ: <http://aeconomy.ru/science/agro/izmenenie-vodopotrebleniya-yarovykh/>
6. КАМІНСЬКИЙ, В.Ф. (2005). Значення зернобобових культур та напрямки інтенсифікації їх виробництва. У: Селекція та насінництво, вип. 90, с. 14-22.
7. КВАСНИЦЬКА, Л.С. (2015). Короткоротаційні сівозміни з бобовими культурами в умовах достатнього зволоження правобережного Лісостепу. У: Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення: Матеріали міжнар. наук.-практич. конф., Житомир, НАЕУ, с.55-59.
8. ПАТЫКА, В.Ф. (2002). Роль микроорганизмов в формировании устойчивых агроэкосистем. У: Агрохимия і ґрунтознавство. Кн. 3: Ґрунтознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України, с. 111-112.
9. ТОЛКАЧЕВ, Н.З. (2001). Симбиотическая азотификация в современной земледелии Украины – проблемы и перспективы. У: Сельскохозяйственная микробиология в XIX-XX веках: тезисы Всероссийской конф. 14-19 июня 2001 г., СПб, с. 76-77.
10. ТОНКАЛЬ, Е.А. (1990). Накопление бобовыми растениями азота в почве и его влияние на продуктивность культур севооборота. У: Применение удобрений и расширенное воспроизводство плодородия почв (Бюллетень ВИУА), № 95, с. 22-26.
11. ФІЛПТЄВ, І.Д., БАЛЮК, С.А. та ін. (2009). Системи удобрення сільськогосподарських культур. У: Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. Київ: Аграрна наука, с. 279-299.
12. ФІЛПТЄВ, І.Д., СИДЯКИНА, А.В. (2004). Сучасний стан, проблеми та перспективи застосування добрив у зрошуваному землеробстві південної зони України. У: Вісник Харківського НАУ. Серія Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, № 1, с. 181-186.
13. ЧАЙКОВСЬКА, Л.О. (2000). Вплив біофосфору на врожайність рослин в умовах південного Степу. У: Оптимізація структури агроландшафтів і раціональне використання ґрунтових ресурсів. Київ, с. 91-94.
14. SHIBAIRO SOLOMIN I. (2012). Effect of Rhizobium inoculation and nitrogen fertilizer application on growth, nodulation and yield of two garden pea genotypes. In: Journal of Animal and Plant Sciences, nr. 15 (2), pp. 2147-2156. ISSN 1018-7081.

Data prezentării articolului: 26.03.2019

Data acceptării articolului: 03.05.2019



УДК 633.34-02:631.559:631.53.04

## УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ

*Светлана ШАКАЛИЙ, Алла БАГАН**Полтавская Государственная Аграрная Академия, Украина*

**Abstract.** The aim of our research was to analyze the influence of the properties of varieties, sowing dates and soil temperature on the field germination of seeds, the survival of soybean plants, the formation of yield and yield components (number of grains and seeds per plant and seed weight per plant), as well as to determine the quality indicators of soybean grain (thousand-seed weight, the amount of protein and oil). Seeds of three varieties (Vorskla, Angelica and Agat) were sown at the soil temperatures of 6, 8, 10 и 12°C. On the average over three years of research (2016-2018) soil temperature significantly influenced on the course of all developmental stages and on the duration of the vegetative period of all varieties. A clear tendency was found toward increasing field emergence rate, crop yield and productivity, as soil temperature at time of sowing became warmer. In all varieties the maximum values for these parameters were established in the variants that sowing was carried out at the soil temperature of 10 и 12°C. A similar trend was observed for grain quality parameters excepting oil content. An inverse dependence was found between protein content and oil content in grain. The highest oil content in all varieties was obtained if sowing was done at the lowest soil temperature of 6°C.

**Key words:** Soybean; Variety; Sowing date; Field emergence; Yield, Protein; Oil.

**Реферат.** Целью наших исследований было проанализировать влияние свойств сортов, сроков посева и температуры почвы на полевую всхожесть семян, сохранность растений сои, формирование урожайности и продуктивности сои (количество бобов, количество семян и масса семян с одного растения), а также определение показателей качества зерна сои (масса 1000 семян, количество протеина и масла). Посев проводился семенами трех сортов сои (Ворскла, Анжелика и Агат) при температуре 6, 8, 10 и 12°C. В среднем за три года исследований (2016-2018 гг.) температура почвы существенно повлияла на прохождение всех фаз развития и продолжительность вегетационного периода. У всех трех исследованных сортов наблюдалась четкая тенденция к увеличению показателей полевой всхожести, урожайности и продуктивности по мере посева в более прогретую почву. Максимальные показатели были установлены в вариантах с посевом при температуре 10 и 12°C. Подобная тенденция была обнаружена также по показателям качества зерна, за исключением масличности. Выявлена обратно пропорциональная зависимость между содержанием протеина и содержанием масла в зерне. Самые высокие показатели по содержанию масла у всех сортов получены при посеве при минимальной температуре почвы 6°C.

**Ключевые слова:** Соя; Сорт; Срок Сева; Полевая всхожесть; Урожайность; Протеин; Масло.

### ВВЕДЕНИЕ

Соя является одной из самых ценных сельскохозяйственных культур мирового земледелия. Универсальность культуры обуславливается уникальным химическим составом, в котором объединены 38-42 % белка, 18-23 % масла, 25-30 % углеводов, ферменты, витамины, минеральные вещества. Невозможно переоценить ее значение в биологизации земледелия. Выращивание сои благоприятно влияет на процессы гумификации, физические и физико-химические свойства почв, водный и питательный режимы, улучшает азотный баланс севооборота и повышает урожайность других культур севооборота (Абаев, А.А. 2008; Адамец, Ф.Ф. 2006).

Правильный выбор сорта - одна из решающих условий получения максимального урожая. В то же время выбор сорта является одним из самых доступных производству агромероприятий для снижения негативного воздействия лимитирующих факторов внешней среды на уровень урожайности сои, который в наибольшей степени обеспечивает пластичность культуры к конкретным условиям выращивания.

Качество зерна сои в значительной степени зависит от погодных условий вегетационного периода, особенно во время формирования бобов и созревания зерна. Однако в одних и тех же почвенно-климатических условиях возможно резко изменить процент содержания протеина и масла (Андрієць, Д.В. 2013).

Посев является одним из важнейших агротехнических мероприятий при выращивании сои. Проведенный правильно и в соответствующие сроки, он обеспечивает дружелюбное и быстрое появление всходов, что имеет особенно большое значение в борьбе с сорняками и большое влияние на формирование величины и качества урожая.

К сожалению, на сегодняшний день единого подхода к установлению оптимального срока посева нет. Так, по данным А.А. Бабича (2000) при установлении оптимального срока посева необходимо руководствоваться календарным сроком посева и сеять сою после прогревания почвы до 12-14 °С на глубине заделки семян (Барсуков, С.С. 2002).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проводились в 2016-2018 годах на опытном поле хозяйства ПСП «На-года» Новосанжарского района Полтавской области. По схеме агропочвенного районирования Украины территория опытного поля расположена в центральной части Лесостепи.

Почвенный покров опытного поля, где проводились исследования, представлен черноземом типичным глубоким средне - гумусовым крупнопилувато - среднесуглинковых на лессовых породах: глубина гумусного горизонта 40-46 см, гумусовой части профиля 127 – 132 см, содержание гумуса в слое 0-20 см 3,5 % сумма впитывания основ 38,1, гидролитическая кислотность - 3,7 мг-экв / 100 г почвы, содержание легкогидролизованного азота за Корнфилдом - 11,2, подвижных  $P_2O_5$  и  $K_2O$  по Чирикову 13,0 и 10,6 мг на 100 г почвы .

Территория характеризуется умеренно континентальным климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет + 7 °С, в июне - + 19-20 °С, в январе - минус 6-8 °С. Снежный покров лежит от 90 до 100 дней.

Схема опыта имела два фактора:

- фактор А - сорта;
- фактор В - срок посева при температуре почвы °С.

Фенологические наблюдения проводили в основные фазы роста и развития растений и оценивали урожайность и ее структуру. Всхожесть, массу 1000 семян - по ГОСТ 4138-2002. Биохимическую оценку определяли по показателям: содержание протеина титриметрическим методом (по Кьельдалю) по ГОСТ 13496.4-93; содержание масла - экстракционный методом, удаление ее из семян этиловым эфиром (в аппарате Сокслета) по ГОСТ 108557-64.

Площадь посевного участка составила 72 м<sup>2</sup> (1,8 х 40 м), учетного - 64,8 м<sup>2</sup> (1,62 х 40 м). Размещение участков - рендомизованное, повторение 4-кратное. Предшественник – пшеница озимая. Обработку семян бактериальными препаратами проводили в день посева. Густота посева составляет 700 тыс. всхожих семян на гектар. Основное удобрение проводили разбросным способом: суперфосфат простой и калимагnezия перед вспашкой. Азотные удобрения под предпосевную культивацию вносили в виде аммиачной селитры с последующей заделкой в почву. Посев проводили с междурядьями 45 см. Глубина заделки семян 4-5 см. Внекорневую подкормку  $N_{10} + 10 + 10$  осуществляли путем опрыскивания раствором карбамида с помощью ручного ранцевого опрыскивателя в фазы: бутонизации (1), начало цветения (2), конец цветения - налив зерна (3). Сбор урожая проводился в фазу полной спелости комбайном Вольво-800.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Продолжительность периода вегетации определяет время формирования продуктивности растений, поэтому имеет важное значение в оценке эффективности исследуемого элемента технологии выращивания сои. В среднем за три года исследований сроки посева существенно повлияли на прохождение фаз развития и продолжительность вегетационного периода трех исследуемых сортов сои.

Соя относится к культурам, требовательным к температуре почвы и воздуха. Посев в оптимальный срок обеспечивает появление дружных всходов. Влияние температуры на процесс прорастания хорошо изучен, чем ниже температура, тем больше нужно времени от посева до всходов, тем медленнее проходит эта фаза и меньше прорастают семена. Авторы установили, что рост проростков происходит при более высокой температуре по сравнению с началом прорастания. По данным ряда авторов, минимальной температурой для прорастания в почве семян можно считать 6-7 °С, благоприятной 12-14 °С и вполне благоприятной - 15-20 °С (Бахмат, О.М. 2012). Большинство ученых считают, что при температуре ниже 6 °С семена долго не дают всходов и

поражается вредителями и болезнями, вследствие чего всходы изреживаются. Исследования А.А. Бабича (2000) указывают на то, что при низкой температуре почвы проросток сои находится достаточно длительное время, больше, чем при оптимальной температуре (Белінський, Ю.В. 2013). В этом случае усложняется и борьба с сорняками, так как всходы сои задерживаются, они слабые, а некоторые сорняки сходят раньше и лучше, чем она, растут при более низких температурах. Показатели посевной всхожести семян изучаемых сортов за годы исследования приведены в табл. 1.

Следует отметить, что самыми высокими показателями полевой всхожести характеризовались посевы сорта Ворскла (85,9 %). Меньшее количество нормальных всходов было сформировано при посеве семенами сортов Анжелика (84,9 %) и Агат (84,2 %).

**Таблица 1.** Полевая всхожесть и сохранность растений сои в зависимости от сорта и сроков посева (среднее за 2016–2018 гг.)

| Сорт<br>(фактор А) | Срок<br>посева при<br>температуре<br>почвы, °С,<br>(фактор В) | Количество<br>растений на время<br>полных всходов,<br>шт./м <sup>2</sup> | Полевая<br>всхожесть,<br>% | Количество<br>растений перед<br>сбором, шт./м <sup>2</sup> | Сохранность<br>растений, % |
|--------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Ворскла            | 6                                                             | 51,9                                                                     | 79,8                       | 48,0                                                       | 92,6                       |
|                    | 8                                                             | 54,5                                                                     | 83,9                       | 52,1                                                       | 95,5                       |
|                    | 10                                                            | 55,6                                                                     | 85,6                       | 53,7                                                       | 96,6                       |
|                    | 12                                                            | 55,8                                                                     | 85,9                       | 54,2                                                       | 97,0                       |
| Анжелика           | 6                                                             | 51,0                                                                     | 78,5                       | 46,8                                                       | 91,8                       |
|                    | 8                                                             | 53,7                                                                     | 82,6                       | 50,8                                                       | 94,6                       |
|                    | 10                                                            | 55,1                                                                     | 84,7                       | 53,3                                                       | 96,9                       |
|                    | 12                                                            | 55,2                                                                     | 84,9                       | 53,5                                                       | 97,0                       |
| Агат               | 6                                                             | 50,1                                                                     | 77,1                       | 45,5                                                       | 90,8                       |
|                    | 8                                                             | 51,5                                                                     | 79,2                       | 48,3                                                       | 93,9                       |
|                    | 10                                                            | 54,7                                                                     | 84,2                       | 52,6                                                       | 96,1                       |
|                    | 12                                                            | 54,7                                                                     | 84,2                       | 52,7                                                       | 96,2                       |

По фактору «срок посева» наблюдается тенденция к повышению показателей всхожести на более поздних сроках. Так, максимальный показатель полевой всхожести (85,9 %) был выявлен при посеве при температуре почвы 12 °С. Почти одинаковый показатель (84,7 %) был выявлен при посеве при температуре почвы 10 °С. Наименьшую всхожесть (77,1-79,8 %) обеспечил посев в ранние сроки при температуре почвы 6-8 °С.

Подобная тенденция была обнаружена по показателю сохранности растений. Больше всего сохранилось растений (96,9-97,0 %) при посеве в прогретую почву до 10 и 12 °С. В свою очередь, первый срок обусловил сохранность на уровне 90,8 %. Следует отметить, что самыми высокими показателями характеризовались посевы сорта Ворскла (97,0 %). Меньшее количество растений сохранилось перед сбором при посеве семенами сортов Анжелика (91,8 %) и Агат (90,8 %).

Основными показателями индивидуальной продуктивности растений сои является количество бобов, количество и масса семян, сформированных на одной особи. Количество бобов является сортовым признаком, но наряду с этим наблюдается влияние элементов технологии. По результатам трехлетних данных в среднем максимальное количество бобов было сформировано на растениях сорта Агат 21,2 шт. Несколько меньше у сорта Анжелика (18,5 шт.) и Ворскла (15,9 шт.) (табл. 2).

Посев в ранние сроки обусловил уменьшение показателя количества бобов на одном растении. Так, при посеве при температуре почвы 6 °С на растении было сформировано лишь 12,4 бобов. Максимальное количество бобов (20,8 и 21,2) было получено при посеве в прогретую почву до температуры 10 и 12 °С. Подобная тенденция к увеличению количества семян по мере посева в более прогретую почву наблюдается по показателю количества семян. Минимальное количество семян на растениях (30,2 шт.) было сформировано при посеве при температуре почвы 6 °С.

Посев в более прогретую почву обеспечил формирование при 8 °С - 33,7 шт. семян, а при 10 и 12 °С - 45,9 шт. семян. По результатам трехлетних данных в среднем максимальное количество

семян было сформировано на растениях сорта Агат - 45,9 шт., Несколько меньше у сорта Анжелика (39,8 шт.). Минимальный показатель был у сорта Ворскла (30,2 шт.). Масса семян с одного растения является решающей составляющей урожайности посева.

**Таблица 2.** Продуктивность сои в зависимости от сорта и сроков посева  
(среднее за 2016–2018 гг.)

| Сорт<br>(фактор А)                 | Срок посева при<br>температуре почвы,<br>°С, (фактор В) | Количество бобов<br>на 1 растении, шт. | Количество семян<br>на 1 растении, шт. | Масса семян с 1<br>растения, г |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|
| Ворскла                            | 6                                                       | 12,4                                   | 30,2                                   | 3,7                            |
|                                    | 8                                                       | 15,0                                   | 33,7                                   | 4,3                            |
|                                    | 10                                                      | 15,9                                   | 36,1                                   | 4,6                            |
|                                    | 12                                                      | 15,9                                   | 36,3                                   | 4,8                            |
| Анжелика                           | 6                                                       | 13,3                                   | 32,9                                   | 4,0                            |
|                                    | 8                                                       | 17,7                                   | 37,2                                   | 4,9                            |
|                                    | 10                                                      | 18,5                                   | 39,8                                   | 5,4                            |
|                                    | 12                                                      | 18,2                                   | 39,8                                   | 5,4                            |
| Агат                               | 6                                                       | 14,7                                   | 33,9                                   | 4,2                            |
|                                    | 8                                                       | 19,4                                   | 42,1                                   | 5,6                            |
|                                    | 10                                                      | 21,2                                   | 45,9                                   | 6,3                            |
|                                    | 12                                                      | 20,8                                   | 45,7                                   | 6,3                            |
| НСР <sub>05</sub> , для<br>фактора | А                                                       | 2,1                                    | 4,5                                    | 0,5                            |
|                                    | В                                                       | 2,9                                    | 5,3                                    | 0,9                            |
|                                    | АВ                                                      | 4,7                                    | 8,5                                    | 1,2                            |

Итак, по этому показателю среди исследуемых сортов высокое значение имел сорт Агат 6,3 г. Несколько меньшая масса семян была сформирована у сортов Анжелика (5,4 г) и Ворскла (4,8 г). По фактору «срок посева» выявлена четкая тенденция к увеличению массы семян по мере посева в более прогретую почву. Минимальная масса семян (3,7 г) сформирована при посеве при температуре почвы 6 °С. Посев в более прогретую почву обеспечил формирование при 8°С - 4,9 г; при 10 и 12°С - 5,4 и 6,3 г семян.

Урожайность - важнейший комплексный показатель хозяйственной ценности этой культуры, объединяющий индивидуальную продуктивность растений, биотенотный фактор и условия окружающей среды. Поэтому только при оптимальном сочетании последних можно ожидать высокую производительность культуры, что является результирующим признаком факториального действия систем потенциальной продуктивности и экологической устойчивости. Для получения максимально возможного урожая признаки продуктивности и устойчивости должны быть согласованы биологически так, чтобы в каждом отдельном случае они лучше соответствовали условиям окружающей среды с учетом теплолюбивости и требовательности к условиям природного влагообеспечения (Буджерак, А.И. 2003).

Урожайность - один из основных параметров, который характеризует эффективность исследуемых элементов технологии. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность была сформирована у сорта Агат 3,03 т / га (табл. 3).

Существенно меньшую урожайность (2,12 т / га) обеспечил сорт Ворскла, что подтверждается рассчитанной НСР<sub>05</sub>. По уровню урожайности сорт Анжелика занимал промежуточное положение 2,33 т / га. Следует отметить идентичную реакцию сортов на посев при разной температуре почвы. Так, установлено повышение урожайности при посеве по мере прогревания почвы: Ворскла от 1,66 до 2,40 т / га; Анжелика от 1,74 до 2,64 т / га; Агат от 1,77 до 3,02 т / га.

Также в среднем для исследуемых сортов выявлено влияние срока посева на урожайность зерна сои. Существенно более высокий уровень урожайности (2,66-2,69 т / га) был установлен при посеве при температуре почвы 10 и 12°С. Недобор урожая при посеве при температуре почвы 6°С - 0,97 т / га; при 8°С - 0,54 т / га. Результаты наших исследований нашли подтверждение у ряда других ученых о том, что низкий температурный режим на ранних этапах органогенеза может привести к снижению урожайности сои на 25% и более (Блашук, М. И. 2007).



**Таблица 3.** Урожайность семян сои в зависимости от сорта и сроков посева  
(среднее за 2016-2018 гг.)

| Сорт<br>(фактор А)                                                   | Срок посева при<br>температуре почвы<br>°C, (фактор В) | Урожайность, т/га | Среднее для фактора<br>А | Среднее для<br>фактора В |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ворскла                                                              | 6                                                      | 1,66              | 2,12                     | 1,72                     |
|                                                                      | 8                                                      | 2,10              |                          | 2,15                     |
|                                                                      | 10                                                     | 2,31              |                          | 2,66                     |
|                                                                      | 12                                                     | 2,40              |                          | 2,69                     |
| Анжелика                                                             | 6                                                      | 1,74              | 2,33                     |                          |
|                                                                      | 8                                                      | 2,29              |                          |                          |
|                                                                      | 10                                                     | 2,65              |                          |                          |
|                                                                      | 12                                                     | 2,64              |                          |                          |
| Агат                                                                 | 6                                                      | 1,77              | 2,58                     |                          |
|                                                                      | 8                                                      | 2,48              |                          |                          |
|                                                                      | 10                                                     | 3,03              |                          |                          |
|                                                                      | 12                                                     | 3,02              |                          |                          |
| НСР <sub>05</sub> , т/га, для фактора: А – 0,10; В – 0,11; АВ – 0,19 |                                                        |                   |                          |                          |

К основным показателям качества семян сои относятся масса 1000 шт. семян, содержание протеина и масла. Масса 1000 семян характеризует крупность семян. В среднем за годы исследований среди исследуемых сортов высокое значение имел сорт Агат 137,9 г. Несколько меньшая масса 1000 семян была сформирована у сортов Анжелика (135,7 г) и Ворскла (131,3 г).

По фактору «срок посева» имеется тенденция к увеличению массы 1000 семян по мере посева в более прогретую почву. Минимальная масса семян (122,1 г) сформирована при посеве при температуре почвы 6°C у сорта Ворскла. Посев в поздние сроки обеспечил формирование более крупных семян у сорта Анжелика при 8°C - 130,4 г 10 оC - 135,7 г 12 оC - 134,7 г (табл. 4).

**Таблица 4.** Качество зерна сои в зависимости от сорта и сроков посева  
(среднее за 2016-2018 гг.)

| Сорт<br>(фактор А) | Срок посева при<br>температуре почвы °C,<br>(фактор В) | Масса 1000 шт.<br>семян, г | Содержание<br>протеина, % | Содержание<br>масла, % |
|--------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|
| Ворскла            | 6                                                      | 122,1                      | 32,8                      | 20,8                   |
|                    | 8                                                      | 128,8                      | 35,9                      | 20,3                   |
|                    | 10                                                     | 128,4                      | 36,2                      | 20,1                   |
|                    | 12                                                     | 131,3                      | 36,4                      | 20,3                   |
| Анжелика           | 6                                                      | 121,7                      | 31,6                      | 21,8                   |
|                    | 8                                                      | 130,4                      | 34,1                      | 21,2                   |
|                    | 10                                                     | 135,7                      | 35,3                      | 21,3                   |
|                    | 12                                                     | 134,7                      | 35,3                      | 21,2                   |
| Агат               | 6                                                      | 124,4                      | 32,5                      | 21,3                   |
|                    | 8                                                      | 132,4                      | 35,1                      | 20,7                   |
|                    | 10                                                     | 137,9                      | 35,9                      | 20,3                   |
|                    | 12                                                     | 137,7                      | 35,7                      | 20,5                   |

Содержание протеина - один из основных свойств зерна, ради которого выращивают сою. В зависимости от сортовых особенностей этот показатель варьирует в пределах 30-36 %. Так, максимальное количество протеина зерна обнаружено у сорта Ворскла (36,4 %), несколько меньший показатель у сортов Анжелика (35,3 %) и Агат (35,9 %). В среднем минимальное содержание протеина (31,6 %) у сорта Анжелика при температуре почвы 6 °C.

Масличность зерна изучаемых сортов находилась в пределах 20,1-21,8 %. Следует отметить, что по фактору «срок посева» тенденция была несколько иной, чем при изучении содержания протеи-

на. В среднем высоким содержанием масла (21,8 %) в зерне сои характеризовались средние посевы. Посев в прогретую почву до температуры 10-12 °C обусловил накопление 21,8 % масла.

Нашими исследованиями подтверждены результаты других ученых об обратной пропорциональной зависимости между содержанием протеина и содержанием масла в зерне. Этот факт объясняется тем, что общим первичным продуктом для синтеза белка и масла являются углеводы. По мнению Л.Н. Величко (2006), накопление масла в семенах осуществляется в три этапа. В начале налива семян при высокой влажности и интенсивном разделении накапливаются в основном углеводы, а фосфолипиды используются для построения клеточных мембран. Для второго периода характерно снижение влажности семян, активное накопление жиров и белков. Содержание углеводов снижается, в масле медленно исчезают свободные кислоты и глицериды. На последнем этапе происходит снижение влажности, прекращение анаболических процессов, семена способны давать всходы.

### ВЫВОДЫ

Выявлено повышение урожайности при посеве по мере прогревания почвы: у Ворсклы от 1,66 до 2,40 т / га; у Анжелики от 1,74 до 2,65 т / га; у Агата от 1,77 до 3,03 т / га. Для исследуемых сортов выявлено влияние срока посева на урожайность зерна сои. Существенно более высокий уровень урожайности (2,66 и 2,69 т / га) был установлен при посеве при температуре почвы 10 и 12 °C. Недобор урожая при посеве при температуре почвы 6 °C - 0,97 т / га; при 8 °C - 0,54 т / га.

По результатам расчетов наибольшее содержание протеина (36,2 и 36,4 %) был у сорта Ворскла при посеве при температуре почвы 10 и 12 °C. Именно на этих сроках посева зафиксированы наибольшие уровни сбора протеина для сортов Анжелики (35,3 %) и Агат (35,9 и 35,7 %).

Максимальное содержание масла (21,8 %) было получено из посевов сорта Анжелики при посеве при температуре почвы 10 и 12 °C. Несколько меньшие показатели определены у сортов Ворскла (20,5 %) и Агат (21,3 %).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АБАЕВ, А.А., АДИНЬЯЕВ, Э.Д., ЭСХАДЖИЕВА, Х.Х. (2008). Использование цеолитов для повышения продуктивности сои. В: Агрохимия, № 2, с. 26–32. ISSN 0002-1881.
2. АДАМЕНЬ, Ф.Ф., ВЕРГУНОВ, В.А., ЛАЗЕР, П.Н., ВЕРГУНОВА, И.Н. (2006). Агробиологические особенности возделывания сои в Украине. Київ: Аграрна наука. 456 с.
3. АНДРІЄЦЬ, Д.В. (2013). Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у правобережному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2013. 20 с.
4. БАБИЧ, А.О., КОЛІСНИК, С.І., СЕМЦОВ, А.В. та ін. (2000). Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України У: Зб. наук. праць Вінницького ДАУ, вип. 7, с. 10-13.
5. БАРСУКОВ, С.С., ЛЕУСОВА, Н.Г., БАРСУКОВ, А.С. (2002). Урожайность сои в зависимости от доз органических и минеральных удобрений. В: Кормопроизводство, № 10, с. 26-27. ISSN 1562-0417.
6. БАХМАТ, О.М. (2012). Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Кам'янець-Подільський. 436 с.
7. БЕЛІНСЬКИЙ, Ю.В. (2013). Продуктивність сої залежно від способів сівби в умовах східної частини лівобережного Лісостепу України. У: Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області, вип. 14, с. 21-29.
8. БЛАЩУК, М.І. (2007). Продуктивність сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця. 19 с.
9. БУДЖЕРАК, А.І., БЛАЩУК, М.І. (2003). Агроекологічні та біоенергетичні засади вирощування сої. У: Зб. наук. праць Уманського держ. аграрного ун-ту, с. 687-691.
10. ВЕЛИЧКО, Л.Н. (2006). Залежність початкових процесів росту сої від регуляторів росту рослин. У: Вісник Уманського держ. аграрного ун-ту, № ½, с. 38-40.

Data prezentării articolului: 24.01.2019

Data acceptării articolului: 02.03.2019

CZU 634.11:631.84

## INFLUENȚA FERTILIZĂRII FOLIARE ASUPRA RĂRIRII FRUCTELOR ȘI RECOLTEI LA SOIUL DE MĂR GOLDEN DELICIOUS

Valerian BALAN, Sergiu VĂMĂȘESCU, Ananie PEȘTEANU, Petru BALAN

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

**Abstract.** The investigations have been carried out in the period 2008-2013 using the apple variety Golden Delicious grafted on the M26 rootstock. The planting distance of trees was of 4x2 m (1250 trees/ha). Orchard soil is maintained as worked fallow. Nitrogen was used as Urea 46% N active substance (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO in the concentrations of 0.4%, 0.5% and 0.6%, using about 1000 l of solution per hectare, when 75% of the flowers are open and until the flowers lose their first petals. The trees sprinkled with water served as a control variant. Spraying was done in the morning with the portable sprayer, when the wind speed is minimal and the temperature is lower. The use of Urea 46% N, in the blooming phenophase, has a double effect, both of the flower thinning and the growth of the fruit. The highest values of fruit harvest were recorded by the trees that have been treated with foliar fertilization if the solution was applied in concentrations of 0.5% and 0.6% was applied. The tree flower thinning method allows selecting the setted fruits. By spraying with the solution under study the stigmata and pollen of the open flowers are destroyed and the petals of the unopened ones are burned.

**Key words:** Apple; *Malus domestica*; Urea; Flower thinning; Fruit; Weight; Harvest.

**Rezumat.** Investigațiile s-au efectuat în anii 2008–2013 cu pomi din soiul Golden Delicious, altoiți pe portaltoiul M26. Distanța de plantare a pomilor – 4x2 m (1250 pomi/ha). Solul din plantație se menține ca ogor lucrat. Azotul s-a utilizat sub formă de soluție de uree de 46% N, substanța activă (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO, în concentrație de 0,4%, 0,5% și 0,6%, consumându-se câte 1000 l soluție la hectar. Soluția a fost aplicată prin stropire, la etapa când 75% din flori sunt deschise până la scuturarea petalelor primelor flori. Ca variantă martor au servit pomii stropiți cu apă. Stropirea s-a efectuat dimineața, când vântul are viteză minimă și temperatura este mai scăzută, cu stropitoarea portabilă. Utilizarea soluției de uree 46% în fenofaza înfloririi are efect dublu, atât de rărire a florilor, cât și de creștere a fructelor. Recolta de fructe a înregistrat cele mai mari valori la pomii cu fertilizare foliară, la care soluția s-a aplicat în concentrații de 0,5% și 0,6%. Metoda de rărire a florilor la pomi permite selecția fructelor legate, prin stropirea cu soluție distrugându-se stigmatul și polenul florilor deschise și arzându-se petalele la cele nedeschise.

**Cuvinte-cheie:** Măr; *Malus domestica*; Uree; Rărirea florilor; Fruct; Masă; Recoltă.

### INTRODUCERE

Mărul (*Malus domestica* Borkh.) este o plantă cu tendința de a înflori abundent și cu fructificare bienală, care se manifestă prin recoltă mare într-un an și mai puțin bogată în anul următor. Ca urmare se reduce creșterea vegetativă și încetinește formarea mugurilor florali pentru anul următor. Iată de ce normarea încărcăturii cu rod este una din tehnicile de bază care ajută la reglarea periodicității de rodire și la obținerea recoltelor bogate și calitative în fiecare an.

Tăierile în perioada de rodire au un obiectiv important și anume normarea rodului. La un grad de înflorire mare, legarea a 5-7% din flori asigură o recoltă normală. În anii cu condiții prielnice pentru polenizare și legare, când pe pomi rămâne un număr exagerat de fructe, recolta se constituie din fructe mici, cu acumulare redusă de zahăr, colorație slabă, iar diferențierea mugurilor de rod pentru anul următor este compromisă (Botu, I., Botu, M. 2003; Cimpoeș, Gh. 2012; Babuc, V. 2012). Tăierea pomilor urmărește eliminarea unei părți din mugurii de rod în exces în scopul realizării unui echilibru între formațiunile de rod și cele de creștere prin scurtarea sau suprimarea ramurilor de semischelet în lemn de 3-5 ani. Prin astfel de tăieri se elimină 30-50% din mugurii de rod, în funcție de soi, vârsta pomilor și tehnologia de întreținere (Balan, V. 2009). 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 este necesar.

Dacă în urma operațiunii de tăiere există un număr excesiv de flori și condiții favorabile de legare a fructelor, normarea încărcăturii de rod prin rărirea florilor și a fructelor se impune ca soluție optimă.

Rărirea manuală se face după căderea fiziologică a fructelor din iunie, când au mărimea de 10-12 mm în diametru. Se scutură bine pomul, să cadă fructele care oricum ar fi căzut. Se elimină fructele mici, deformate,

atacate de boli și vătămători, iar în inflorescențe se lasă câte 1-2 fructe. Rărirea manuală a fructelor necesită un volum mare de forță de muncă și nu tot timpul are efect asupra diferențierii mugurilor de rod, întrucât se utilizează multe substanțe plastice la legarea și creșterea fructelor (Babuc, V. et al. 2013; Cimpoeș, Gh. 2018).

Procesul de rărire a florilor nu este deloc simplu, așa cum s-ar putea crede. Rărirea florilor se face doar mecanizat și prin aplicarea unor produse chimice. Rărirea mecanică a florilor se realizează cu ajutorul mașinilor de tip Darwin și Baum, care includ echipamente de mișcare în jurul unei axe și acționează asupra coroanei prin lovituri mecanice cu ajutorul unor fire din masă plastică de la dez mugurire și până la căderea petalelor (Babuc, V. et al. 2013; Cimpoeș, Gh. 2018). Dezavantajele acestei metode constau în necesitatea de a forma coroane înguste, deoarece rărirea se face numai la periferia coroanei. În cazul timpului nefavorabil în perioada înfloritului, recolta poate fi substanțial micșorată din motivul unei polenizări nesatisfăcătoare de către albine, pomicultorul nefiind în stare să intervină cu nimic în astfel de situații. Rărirea chimică a florilor se face prin stropirea pomilor în perioada înfloritului sau după acesta și constă în distrugerea polenului, a florilor nefecundate, arderea stigmatelor sau pistilurilor și chiar a embrionului semințelor din fructele abia legate, ceea ce predispune fructele la cădere. Actualmente, pentru rărirea florilor, în practica pomicolă se utilizează substanțe chimice din grupa stimulatorilor de creștere (auxine) având la bază acidul naftilacetic (NAA) și naftilacetamida (NAD).

Dezavantajele rării chimice a florilor constau în utilizarea substanțelor destul de poluante. La utilizarea substanțelor chimice din grupa stimulatorilor de creștere, vremea trebuie să îndeplinească toate condițiile de umiditate și temperatură pentru a nu afecta viitoarele fructe. Vremea de dinaintea aplicării poate fi urmărită, dar prognoza mersului vremii pentru următoarele câteva zile de la momentul aplicării nu poate fi stabilită cu suficientă precizie pentru a se obține rezultate satisfăcătoare. Substanțele chimice pentru rărit sunt mai puțin eficiente atunci când sunt aplicate până la plină floare, exitând probabilitatea de vătămări de frunze și răriri exagerate de fructe, de formare a fructelor mici, de răsucire și cădere a frunzelor. În zonele unde pericolul de îngheț persistă, rărirea florilor poate periclita recolta de fructe (Babuc, V. et al. 2013; Cimpoeș, Gh. 2018; Balan, V., Vamasescu, S. 2018).

Argumentarea practică a utilizării îngrășămintelor administrate foliar la rărirea florilor în vederea obținerii unei recolte de fructe uniforme, aspectuoase, nepoluate, având dimensiunea standard pentru calitate superioară, diferențierea mugurilor de rod și o bună înflorire în fiecare an, precum și reducerea costurilor de producție sunt așadar prioritare pentru pomicultori.

## MATERIAL ȘI METODE

Investigațiile s-au efectuat în anii 2008–2013 la soiul Golden Delicious, altoit pe portaltoiul M26. Distanța de plantare a pomilor a constituit 4x2 m (1250 pomi/ha). Solul din plantație se menține ca ogor lucrat. Azotul s-a utilizat sub formă de uree de 46% N, substanța activă  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , în concentrație de 0,4%, 0,5% și 0,6%, consumându-se câte 1000 l soluție la hectar. Soluția a fost aplicată prin stropire, la etapa când 75% din flori sunt deschise și până la scuturarea petalelor primelor flori. Ca variantă martor au servit pomii stropiți cu apă. Stropirea s-a efectuat dimineața, când vântul are viteză minimă și temperatura este mai scăzută, cu stropitoarea portabilă.

Recolta s-a determinat în timpul culesului, pentru fiecare pom în parte, cântărindu-se producția de pe 24 de pomi și calculându-se media aritmetică. Greutatea medie a fructelor s-a stabilit prin cântărirea cu balanță a merelor de la 3 pomi tipici din fiecare variantă. Calitatea comercială a fructelor s-a determinat conform standardului de stat 21122-75. Prelucrarea matematică a rezultatelor s-a efectuat după metoda statistică variațională cu ajutorul calculatorului (Доспехов, Б. 1985).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cercetările științifice efectuate privind normarea încărcăturii cu rod la măr demonstrează în mod convingător că utilizarea regulatorilor de creștere la rărirea fructelor este una din tehnicile de bază pentru reglarea periodicității de rodire și obținerea de producții înalte și de calitate în fiecare an (Balan, V. 2009, 2011, 2014; Peșteanu, A. 2008, 2011, 2014, 2018; Vămășescu, S., Ivanov, I. 2011). Normarea încărcăturii cu rod este o activitate care se face, în mod normal, la etapa de tăiere a pomilor, la dez mugurire și la înflorire până când fructele centrale din inflorescență ating diametrul de 20-22 mm.



Pentru o cultură anuală rentabilă, numărul potrivit de flori pe pom poate fi realizat atunci când nu se înregistrează o supraîncărcare cu fructe pe pom. Semințele fructelor abia formate elimină hormoni care afectează negativ formarea mugurilor floriferi pentru recolta anului viitor (Campi, P., García, C. 2011). Pentru o recoltă constantă și de înaltă calitate este necesar și un număr suficient de fructe, asigurând dezvoltarea lor optimă. Biologic, mărul înflorește abundent și leagă multe fructe, de aceea este necesară o intervenție pentru reglarea numărului de fructe pe pom.

**Tabelul 1.** Numărul de fructe la pomii de măr din soiul *Golden Delicious*, în funcție de aplicarea fertilizării foliare cu ureea 46% N, per pom

| Varianta  | Concentrația elementului fertilizant, % | Anii |      |      |      |      |      | Media (2008 – 2013) |
|-----------|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
|           |                                         | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |                     |
| V1 martor | apă                                     | 150  | 180  | 152  | 190  | 212  | 238  | 187                 |
| V2        | 0,4                                     | 106  | 148  | 186  | 200  | 160  | 196  | 166                 |
| V3        | 0,5                                     | 104  | 140  | 174  | 197  | 154  | 197  | 161                 |
| V4        | 0,6                                     | 110  | 145  | 189  | 188  | 158  | 194  | 164                 |
| DL, 5%    |                                         | 2,24 | 2,09 | 1,96 | 3,11 | 1,73 | 1,14 | -                   |

Din analiza datelor experimentale (tab. 1) rezultă că numărul de fructe la un pom, la toate variantele luate în studiu, diferă de la un an la altul. Spre exemplu, numărul de fructe în anul 2008 a fost de 104-150 per pom, iar efectul îngrășămintelor minerale s-a înregistrat prin reducerea numărului de fructe la pom în variantele cu fertilizare foliară, fiind asigurat statistic.

În anul 2009, cele mai mici valori ale numărului de fructe la un pom s-au înregistrat în cazul utilizării soluției de uree 46 % N în concentrație de 0,5%. În anul 2010, în varianta martor numărul fructelor înregistrate a fost de 152 per pom, iar în variantele cu fertilizare foliară numărul de fructe s-a majorat de la 174, în varianta a treia, până la 189 per pom în varianta a patra. În anul 2011, valorile crescute ale numărului de fructe per pom în variantele a doua și a treia, comparativ cu martorul, sunt asigurate statistic.

În anii 2012–2013 observăm o scădere accentuată a numărului de fructe în variantele cu fertilizare foliară, comparativ cu martorul. Astfel, în anul 2012, cel mai mare număr de fructe (212 per pom) a fost înregistrat în varianta martor, iar cel mai mic – în variantele cu fertilizare foliară, respectiv 160 per pom în varianta a doua, 154 per pom în varianta a treia și 158 per pom în varianta a patra. Numărul de fructe per pom în varianta martor depășește esențial variantele unde s-a aplicat soluția de uree 46 % N. Aceeași legitate s-a păstrat și în anul 2013, utilizarea fertilizantului în concentrație de 0,4-0,6% diminuând numărul de fructe la pom. Astfel, dacă în varianta martor numărul de fructe a fost de 238 per pom, în variantele fertilizate foliar numărul de fructe s-a micșorat cu 17,3-18,5%.

Se știe că reglarea încărcăturii cu rod poate fi efectuată atât în timpul tăierii pomilor, înfloritului cât și la etapa creșterii fructelor. Pomicultorii adesea preferă rădirea fructelor, pentru a fi mai siguri că încărcătura de fructe este adecvată tehnologiei utilizate. În acest caz, rădirea florilor sau fructelor cu regulator de creștere rămâne unica opțiune, rădirea manuală a fructelor fiind practic imposibilă din cauza costurilor ridicate și a insuficienței forței de muncă. (Forshey, C.G. 1987). Regulatorii de creștere sunt utilizați pe arii extinse pentru a reduce periodicitatea de rodire a pomilor, a controla numărul de fructe în coroana pomilor de măr, pentru a spori calitatea fructelor. Acest procedeu tehnologic a devenit normă la cultivarea mărului în sistem intensiv de cultură (Wertheim, S.J. 1997). În această direcție s-a constatat că azotul, ca element important al creșterii, determină nu numai vigoarea pomilor și mărimea fructelor, dar poate influența mult și rezultatul de rădire a florilor.

Datele prezentate în tabelul 2 arată că greutatea medie a unui fruct în variantele unde s-au aplicat foliar îngrășăminte minerale este semnificativ mai mare comparativ cu martorul tratat cu apă (tab. 2). Soluția de uree 46 % N, aplicată în concentrații de 0,4-0,6%, a favorizat mărirea suprafeței foliare și majorarea sintezei substanțelor plastice care duc la creșterea fructelor (Platon, I. 2003; Balan, V., Vămășescu, S. 2015). În anul 2008, masa medie a unui fruct a înregistrat valori de la 117 g, în varianta martor, până la 149 g, în varianta a patra, cu soluția aplicată de 0,6%. Și în variantele a doua și a treia, unde concentrația de îngrășământ foliar a fost mai mică, greutatea medie a unui fruct depășește esențial martorul și se află la nivelul variantei a patra. Aceleași constatări se referă și la anul 2009, în sensul că utilizarea soluției de uree 46 % N în concentrațiile 0,4-0,6% mărește greutatea medie a unui fruct cu 10,1-20,2%. În următorii 4 ani, sporurile de greutate medie

a unui fruct în variantele cu fertilizare foliară nr. 3 și nr. 4 constituie 35-37% și sunt distinct semnificative față de fructele din varianta martor.

**Tabelul 2.** Greutatea medie a unui fruct la pomii de măr din soiul Golden Delicious, în funcție de aplicarea fertilizării foliare cu ureea 46%, g

| Varianta  | Concentrația elementului fertilizant, % | Anii |      |      |      |      |      | Media (2008 – 2013) |
|-----------|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
|           |                                         | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |                     |
| V1 martor | apă                                     | 117  | 119  | 114  | 124  | 109  | 102  | 114                 |
| V2        | 0,4                                     | 147  | 131  | 133  | 138  | 144  | 163  | 143                 |
| V3        | 0,5                                     | 145  | 143  | 157  | 161  | 152  | 180  | 156                 |
| V4        | 0,6                                     | 149  | 134  | 144  | 167  | 148  | 179  | 154                 |
| DL        |                                         | 2,20 | 2,81 | 2,08 | 1,77 | 2,29 | 1,39 | -                   |

Analizând datele cu privire la numărul de fructe și greutatea medie a unui fruct la pomii studiați, putem concluziona că utilizarea soluției de uree 46 % N în concentrațiile 0,5-0,6% reduce considerabil numărul de fructe la pom și asigură o creștere semnificativă a greutateii medii a unui fruct. Aceasta demonstrează că aplicarea soluției în fenofaza înfloririi are efect dublu, atât de rărire a florilor, cât și de creștere a fructelor.

**Tabelul 3.** Producția de fructe la pomii de măr din soiul Golden Delicious în funcție de aplicarea fertilizării foliare cu ureea 46% N, kg/pom

| Varianta  | Concentrația elementului fertilizant, % | Anii |      |      |      |      |      | Media (2008 – 2013) |
|-----------|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
|           |                                         | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |                     |
| V1 martor | apă                                     | 17,5 | 21,4 | 17,3 | 23,6 | 23,1 | 24,2 | 21,2                |
| V2        | 0,4                                     | 15,6 | 19,4 | 24,7 | 27,6 | 23,0 | 31,9 | 23,7                |
| V3        | 0,5                                     | 15,1 | 20,0 | 27,3 | 31,7 | 23,4 | 35,5 | 25,5                |
| V4        | 0,6                                     | 16,4 | 19,4 | 27,2 | 31,4 | 23,4 | 34,7 | 25,4                |
| DL        |                                         | 0,37 | 0,51 | 0,28 | 0,88 | 0,42 | 0,68 | -                   |

Datele prezentate (tab. 3) arată că aplicarea fertilizării foliare cu îngrășăminte minerale a influențat creșterea producției de fructe. Dacă, pe parcursul cercetărilor, în varianta martor s-au înregistrat producții de la 17,5 până la 24,2 kg/pom, la pomii din variantele cu fertilizare foliară productivitatea pomilor de măr a crescut de la 15,1 la 35,5 kg/pom.

Producția de fructe în anii 2008-2009 a fost mai mică în variantele cu fertilizare foliară (15,1-20,0 kg/pom) comparativ cu martorul (17,5-21,4 kg/pom). În anul 2010, recolta de fructe în varianta întâi a constituit 17,3 kg/pom, iar în variantele cu fertilizare foliară aceasta a crescut cu 42,7-57,8%. Sporuri de recoltă distinct semnificative comparativ cu martorul s-au înregistrat și în anii 2011 și 2013 la utilizarea soluției de uree 46 % N în concentrații de 0,4-0,6%. Cea mai mare producție de fructe la un pom a fost înregistrată în anul 2013. Există o diferență evidentă între varianta martor și variantele cu fertilizare foliară, rezultatele variind de la 24,2 kg/pom, în varianta martor, până la 35,5 kg/pom în varianta a treia, unde s-a utilizat uree 46% N în concentrație de 0,5%.

Recolta de fructe la pomii din soiul Golden delicious, altoit pe M9, M26 în medie pe 6 ani, a variat de la 21,2 kg/pom, în varianta martor, până la 25,4-25,5 kg/pom în variantele a treia și a patra, tratate cu soluție de 0,5 și 0,6% uree 46% N. Astfel, cele mai bune rezultate se înregistrează în variantele în care soluția fertilizantă a fost aplicată anume în aceste concentrații.

## CONCLUZII

Îngrășământul de tip uree 46% N este un fertilizant eficient de rărire la înflorire. Cu ajutorul lui se obțin fructe mai puține, dar mai mari, și se stabilește un raport echilibrat între recolta anului respectiv și formarea mugurilor de rod pentru următorul an. Stropirea cu soluție de uree 46% N în doză de 5-6 kg/ha permite selecția fructelor legate, care se dezvoltă în fructe standard de calitate superioară, asigură diferențierea mugurilor de rod și o bună înflorire în fiecare an.

Rărirea florilor cu ajutorul fertilizantului de acest tip este un procedeu care poate fi folosit pe scară largă în pomicultură. Utilizarea lui nu este determinată de condițiile climatice în momentul tratării și după, nu este poluant precum substanțele folosite la rădirea chimică, are efect atât de rădire a florilor, cât și de creștere a fructelor, reduce costurile de producție, asigură recolte constante și de calitate.

Ureea ar trebui să ocupe un loc de bază într-un program normal de fertilizare și normare a încărcăturii cu rod, în faza de înflorire a pomilor, atunci când alte produse de rădire nu funcționează sau în cazul în care condițiile climatice nu permit rădirea chimică în termenul recomandat.

## 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. (2009). Sisteme de cultură în pomicultură. Randamentul producției de fructe. In: Akademos, nr. 4(15), pp. 82-90. ISSN 1857-0461.
4. BALAN, V., VAMAȘESCU, S. (2018). Procedeu de rădire a florilor pomului de măr: brevet MD nr. 1230. Data publ. 28. 02. 2018. Publ. în BOPI nr. 2/2018
5. 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.
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. BOTU, I., BOTU, M. (2003). Pomicultura modernă și durabilă. Rîmnicu-Vîlcea: CONPHYS. 489 p.
8. CAMPI, P., GARCÍA, C. (2011). Effects of irrigation management and nitrogen fertilization on the yield and quality of 'Gala' apple. In: Acta Horticulturae, vol. 889, pp. 249-255. ISSN 0567-7572. DOI 10.17660/ActaHortic.2011.889.29
9. CIMPOIEȘ, Gh. (2018). Pomicultura specială. Chișinău: Print Caro. 558 p. ISBN 978-9975-56-572-1.
10. FORSHEY, C.G. (1987). A review of chemical thinning. In: New England Fruit Meet, vol. 93, pp. 68-73.
11. PEȘTEANU, A. (2018). The influence of growth regulators on increasing the degree of setting and fruit production in the idared apple plantation. In: Annals of the University of Craiova. Series Biology, horticulture, food products processing technology, environmental engineering, vol. XXIII(LIX), pp. 184-189. ISSN. 1453- 1275.
12. PLATON, I. (2003). Efectul administrării îngrășămintelor extraradiculare asupra conținutului chimic al frunzelor și producției de fructe la soiul Golden Delicious. In: Lucrările simpozionului științific anual al UASMV Iași. Seria Horticultura, vol. 46, pp. 27-30.
13. VĂMĂȘESCU, S., IVANOV, I. (2013). Mijloace noi pentru a crește influența normării încărcăturii de fructe asupra depunerii mugurilor de rod la măr. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 36(1): Horticultură, viticultură și vinificație, silvicultură și grădini publice, protecția plantelor, pp. 82-87. ISBN 978-9975-64-248-4.
14. WERTHEIM, S.J. (1997) Chemical thinning of deciduous fruit crops. In: Acta Horticulture, vol. 463, pp. 445-462. ISSN 0567-7572.
15. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). Москва: Агропромиздат. 351 с.

Data prezentării articolului: 25.01.2019

Data acceptării articolului: 05.03.2019

CZU 634.1.047 : 631.532.2.02

## PERFEȚIONAREA UNOR ELEMENTE TEHNOLOGICE LA PRODUCEREA MATERIALULUI SĂDITOR PENTRU FONDAREA LIVEZILOR MODERNE DE MĂR

*Ananie PEȘTEANU, Mihai BOSTAN**Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** The experiment was carried out in the fruit tree nursery of the “Vagadis” enterprise during the period 2015-2016. Apple trees of the following varieties: Golden Delicious Reinders, Red Velox, Gala Buckeye and Red Jonaprince, grafted on M 9 rootstock were subject of study. Planting of rootstocks was carried out in the spring of 2015. The grafting method used in field 1 of the tree nursery was chip bud grafting. Planting distance was 80x35 cm. In order to intensify the formation of the anticipated shoots in the area of the crown formation, various technological processes were used: 1. Free growth of the grafted plant (control); 2. Breakage of apical apex of leaves combined with two treatments with the Gerba 4LG growth regulator (4.0% BA) at a dose of 25 ml/liter of water. During the researches the following parameters were studied: the extent of callusing of the grafts and the beginning of their vegetation in spring, the height of the trees, the diameter of the stem in its various areas, the number, the average length and the combined length of the annual branches, the yield and the quality of the planting material. It was established that the most reasonable garnishing of the crown formation zone with anticipated shoots at all studied varieties was obtained by breaking the apical leaves in the apex area once when the graft reaches 65-70 cm height combined with twice the sprinkling Gerba 4LG growth regulator at 25 ml/liter of water. The first treatment should be done after breaking the apical leaves and the next – at the interval of 5-7 days.

**Key words:** Apples; Early shoots; Ggrowth regulator; Branches; Yield; Quality.

**Rezumat.** Cercetările s-au efectuat în pepiniera pomicolă a întreprinderii SRL „Vagadis” în perioada anilor 2015–2016. Obiect al cercetărilor au fost pomii soiurilor de măr Golden Delicious Reinders, Red Velox, Gala Buckeye și Red Jonaprince, altoite pe portaltoiul M 9. Plantarea portaltoaielor s-a efectuat în primăvara anului 2015. Metoda de altoire folosită în câmpul I al pepinierii a fost ocularea în placaj. Distanța de plantare – 80x35 cm. Pentru intensificarea gradului de formare a lăstarilor anticipați în zona formării coroanei s-au utilizat diverse procedee tehnologice: 1) creșterea liberă a oculantului (martor); 2) ruperea frunzelor apicale din zona apexului, combinată cu două tratamente cu regulatorul de creștere Gerba 4LG (4,0% BA) în doza de 25 ml/litru apă. Pe parcursul cercetărilor s-a studiat gradul de calusare a oculărilor și pornirea lor în vegetație primăvara, înălțimea pomilor, diametrul tulpinii în diverse zone ale ei, numărul și lungimea medie și însumată a ramurilor anuale, randamentul și calitatea materialului săditor. S-a stabilit că cea mai rațională garnisire a zonei de formare a coroanei cu lăstari anticipați la toate soiurile luate în studiu s-a obținut la ruperea frunzelor apicale din zona apexului o singură dată, când oculantul atinge 65-70 cm înălțime, combinată cu stropirea de două ori cu regulatorul de creștere Gerba 4LG în doza de 25 ml/litru apă. Se recomandă a efectua primul tratament după ruperea frunzelor apicale, iar următorul – la intervalul de 5-7 zile.

**Cuvinte-cheie:** Cuvinte-cheie: Măr; Material săditor; Lăstari anticipați; Regulator de creștere; Ramuri, Randament; Calitate.

### INTRODUCERE

Direcția principală în sectorul producerii merelor constă în înlocuirea treptată a livezilor de tip vechi cu plantații noi intensive și superintensive, cu un sortiment modern, tehnologii avansate, energetic și ecologic echilibrate, destinate intrării timpurii pe rod și creșterii rapide a recoltei până la 50-60 t/ha de fructe calitative, solicitate de consumatori (Babuc, V. 2012; Babuc, V. et al. 2013; Cimpoeș, Gh. 2012).

Principalele caracteristici ale unei plantații moderne de măr de tip superintensiv constau în: implementarea soiurilor de ultimă generație și a portaltoaielor performante, utilizarea materialului săditor ramificat, cu valori biologice superioare, care, concomitent cu tehnologiile avansate, asigură intrarea timpurie a pomilor pe rod și o productivitate înaltă, constantă de fructe calitative (Babuc, V. et al. 2013; Balan, V. et al. 2001).

Producerea materialului săditor de măr cu valori biologice superioare trebuie să fie axată de asemenea pe implementarea tehnologiilor de ultimă generație (Babuc, V. 2002; Babuc, V. et al. 2013).

Formarea coroanei pomilor în pepinieră din lăstari normali și anticipați este operațiunea tehnologică prin care se determină înălțimea trunchiului și forma după care va fi condus pomul în livadă (Babuc, V. et al. 2013; Cimpoeș, Gh. 2012).

Conform standardelor în vigoare, materialul săditor de măr de prima categorie trebuie să aibă în câm-



pul III al școlii de pomi 4 ramuri de schelet obținute din muguri normali, cu lungimea de 50 cm (Babuc, V. 2002; Babuc, V. et al. 2013).

În cazul în care se planifică a forma coroana din lăstari anticipați la pomii de măr în câmpul II al școlii de pomi, un rol decisiv îl joacă capacitatea ereditară a soiurilor de a emite astfel de lăstari (Basak, A., Sozcek, Z. 1986; Алфёров, В.А., Говорущенко, Н.В. 2005; Каширская, О.В. 2011).

Stropirea, în pepinieră, a apexului pomilor în perioada de vegetație cu diverși regulatori de creștere sporește emiterea lăstarilor anticipați și diferențierea mugurilor de rod încă din câmpul II al școlii de pomi. Aceste ramuri permit sporirea productivității din primii ani după plantarea pomilor în livadă (Babuc, V. et al. 2013; Gastol, M. et al. 2012; Gudumac, E. 2008; Hrotkó, K., Magyar, L. et al. 1996).

În prezent, în țările cu pomicultură avansată, pentru a forma lăstari anticipați în zona cronării se utilizează diverse metode tehnice ca: ruperea frunzelor apicale, ciupirea vârfului erbaceu a oculantului sau stropirea cu regulatori de creștere (Caglar, S., Ilgin, M. 2009; Gastol, M. et al. 2012; Драбудько, Н.Н. и др. 2013; Самусь, В.А., Левшунов, В.А. 2015; Чернов, А.И. 2013).

La momentul actual, produsul Promalin (1,8% (6-BA)+ 1,8% (GA4+7)) este cel mai des utilizat de către producătorii de pomi de măr din multe țări (Basak, A., Sozcek, Z. 1986). Alte preparate utilizate la formarea coroanei la pomii de măr sunt Paturyl 10 WSC, Arbolin 36 SL, Arbolin Extra, Gerba 4LG etc. (Caglar S., Ilgin M. 2009; Gastol, M. et al. 2012; Hrotkó, K., Magyar, L. et al. 1996; Wertheim, S.J., Estabrooks, E.N. 1994).

Pentru a spori gradul de emiteră a lăstarilor anticipați la baza coroanei la pomii de măr în câmpul II al școlii de pomi s-a propus de a utiliza tehnica ruperii frunzelor apicale în combinație cu tratarea cu produsul Gerba 4LG și de a studia influența acestei tehnici asupra indicelui menționat.

## MATERIAL ȘI METODE

Cercetările au fost efectuate în perioada anilor 2015-2016 prin înființarea unei experiențe în condiții de câmp în pepiniera pomicolă a întreprinderii SRL „Vagadis”, satul Alcedar, raionul Șoldănești. Ca obiect de cercetare au servit pomii soiurilor de măr Golden Reinders, Red Velox, Gala Buckeye și Red Jonaprince, altoite pe portaltoiul M9.

Plantarea portaltoaielor în câmpul I al școlii de pomi s-a efectuat în primăvara anului 2015, în sonde deschise cu ajutorul perforatorului hidraulic. Portaltoiul M9, folosit la altoire, a fost de categoria biologică certificată, liber de viruși, fiind importat din Olanda. Metoda de altoire folosită în câmpul I al școlii de pomi a fost ocularea în placaj. Distanța de plantare – 80x35 cm.

Pentru a determina influența soiului și a diferitor tehnici de intervenție asupra gradului de emiteră a lăstarilor anticipați a fost organizată o experiență bifactorială de tipul 4x2 cu următoarea gradație a factorilor:

Factorul A – soiul:

A<sub>1</sub> – Golden Reinders (martor);

A<sub>2</sub> – Red Velox;

A<sub>3</sub> – Gala Buckeye;

A<sub>4</sub> – Red Jonaprince;

Factorul B - tehnica de formare a coroanei în câmpul II al școlii de pomi:

V<sub>1</sub> – prin creștere liberă a oculantului (martor);

V<sub>2</sub> – prin ruperea o singură dată a frunzelor din zona apexului când oculantul are 65-70 cm înălțime, combinată cu aplicarea a două tratamente cu regulatorul de creștere Gerba 4LG (4,0% BA) în doza de 25 ml/litru apă, pe partea superioară a plantei. Prima aplicare s-a efectuat îndată după ruperea frunzelor apicale, iar a doua – la un interval de 5-7 zile.

Tratarea s-a efectuat cu ajutorul unui pulverizator.

Cercetările au decurs după metode recomandate pentru efectuarea experiențelor în condiții de câmp în pepiniera pomicolă. Fiecare variantă a experiențelor a inclus 4 repetiții a câte 20 de plante.

Gradul de prindere a oculărilor s-a stabilit la 3 săptămâni după oculare, iar pornirea lor în vegetație primăvara s-a determinat prin numărarea tuturor pomilor de evidență porniți în creștere din variantă respectivă.

Înălțimea pomilor și diametrul tulpinii în partea inferioară s-au măsurat la 10 pomi de evidență din fiecare repetiție la sfârșitul perioadei de vegetație. Numărul și lungimea medie a ramurilor anuale s-au determinat prin măsurări efectuate la toți pomii de evidență la sfârșitul perioadei de vegetație.

Randamentul și calitatea materialului săditor s-a apreciat la toți pomii de evidență după scoaterea lor din pepinieră și sortarea conform cerințelor elaborate de specialiștii pepinierii din Fleuren, Olanda.

Principalele rezultate obținute au fost prelucrate statistic prin metoda analizei dispersionale.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Prinderea oculărilor și, îndeosebi, pornirea în vegetație a oculanților sunt de o importanță majoră pentru randamentul pomilor produși în câmpul II al pepinierii, dar și pentru eficiența economică a producerii materialului săditor pomicol.

În anul 2015, verificarea gradului de prindere la 3 săptămâni după efectuarea oculării a demonstrat că indicele menționat a constituit 93,0-95,8% la soiurile luate în studiu. Astfel de grad de prindere a fost posibil datorită portaltoiului de tip „certificat”, procurat din Olanda, și altoiului folosit la oculare, cu proprietăți biologice superioare (tab. 1)

În perioada investigată, cel mai scăzut procent de prindere a fost înregistrat la soiul Golden Reinders – 93,0%. În continuare, în creștere, se plasează soiul Red Jonaprince – 93,3%, soiul Gala Buckeye – 94,7% și soiul Red Velox – 95,8%.

Varierea neînsemnată a gradului de prindere a oculărilor în câmpul I al școlii de pomi se pune pe seama particularităților biologice ale soiurilor luate în studiu.

**Tabelul 1.** Prinderea oculărilor în câmpul I al școlii de pomi și pornirea în vegetație în anul ulterior a oculanților

| Soiul           | Prinderea oculărilor în câmpul I,<br>a. 2015 | Pornirea în vegetație a oculărilor<br>în câmpul II, a. 2016 |
|-----------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Red Velox       | 95,8                                         | 93,2                                                        |
| Golden Reinders | 93,0                                         | 92,0                                                        |
| Gala Buckeye    | 94,7                                         | 93,5                                                        |
| Red Jonaprince  | 93,3                                         | 92,7                                                        |

După iarnă, ponderea oculărilor pornite în vegetație a scăzut neesențial în comparație cu valorile precedente. Pe soiurile luate în studiu, indicele pornirea în vegetație a oculanților în câmpul II al pepinierii a variat de la 92,0 până la 93,5%. Diferențe esențiale între soiuri nu s-au înregistrat. Valori mai mici ale gradului de prindere a oculanților s-au înregistrat la soiurile Golden Reinders și Red Jonaprince, unde indicele menționat a variat de la 92,0% până la 92,7%. La soiurile Red Velox și Gala Buckeye ponderea oculanților porniți în vegetație a fost neînsemnat mai mare, constituind 93,2% și, respectiv, 93,5%.

Întrucât scopul final constă în obținerea pomilor cronați prin metode noi, mai puțin energofage, s-a studiat diametrul portaltoiului mai jos de oculare, a tulpinii mai jos de prima ramură a coroanei și deasupra ultimei ramuri.

Cel mai mic diametru în zona portaltoiului a fost înregistrat la soiul Red Velox – 14,4 mm, pe când la soiurile Golden Reinders, Gala Buckeye și Red Jonaprince indicele în cauză a fost mai mare și a variat de la 16,0 mm până la 16,6 mm (tab. 2).

În cazul formării coroanei prin ruperea frunzelor apicale și tratarea zonei respective cu regulatorul de creștere Gerba 4LG în doză de 25 ml/litru apă, indicele dat a sporit cu 5,4-15,9%. Valori mai mari au fost înregistrate la soiurile Golden Reinders (18,6 mm) și Gala Buckeye (18,0 mm).

Studiind dezvoltarea diametrului trunchiului mai jos de prima ramificare a coroanei, observăm că, în varianta martor, valori mai mari s-au înregistrat la soiul Golden Reinders – 14,7 mm, apoi, în descresștere, s-au plasat soiurile Gala Buckeye – 13,1 mm și Red Jonaprince – 12,6 mm. Soiul Red Velox n-a format ramificații anticipate în varianta martor.

Intervențiile efectuate asupra apexului au influențat de asemenea și dezvoltarea ulterioară a pomilor de măr. Cele mai mari valori ale diametrului mediu mai jos de prima ramificație a coroanei s-au înregistrat în varianta unde s-a efectuat ruperea frunzelor apicale și s-a aplicat regulatorul de creștere Gerba 4LG în doză 25 ml/litru apă – de la 13,1 mm până la 17,0 mm. În cadrul variantei date, valori mai mici ale indicelui în studiu s-au înregistrat la soiul Red Velox – 13,1 mm, iar mai mari la soiul Golden Reinders – 17,0 mm. Soiurile Gala Buckeye și Red Jonaprince au înregistrat valori medii, de 15,7 mm și, respectiv, 15,0 mm.

**Tabelul 2.** Diametrul în diferite zone ale pomului în funcție de particularitățile biologice ale soiului și metoda de formare a coroanei, mm

| Metoda formării coroanei | În zona portaltoiului | Sub coroană | Deasupra ultimei ramuri din coroană |
|--------------------------|-----------------------|-------------|-------------------------------------|
| Soiul Red Velox          |                       |             |                                     |
| V <sub>1</sub>           | 14,4                  | -           | -                                   |
| V <sub>2</sub>           | 16,7                  | 13,1        | 9,1                                 |
| Soiul Golden Reinders    |                       |             |                                     |
| V <sub>1</sub>           | 16,2                  | 14,7        | 12,6                                |
| V <sub>2</sub>           | 18,6                  | 17,0        | 10,8                                |
| Soiul Gala Buckeye       |                       |             |                                     |
| V <sub>1</sub>           | 16,0                  | 13,1        | 11,8                                |
| V <sub>2</sub>           | 18,0                  | 15,7        | 10,9                                |
| Soiul Red Jonaprince     |                       |             |                                     |
| V <sub>1</sub>           | 16,6                  | 12,6        | 11,4                                |
| V <sub>2</sub>           | 17,5                  | 15,0        | 8,7                                 |

Valori mai mici ale indicelui în studiu pe diverse zone ale pomului au fost înregistrate în cazul diametrului deasupra ultimei ramuri din coroană, rezultatele fiind în corelație directă cu particularitățile biologice ale soiului. Valori mai mici s-au înregistrat la soiul Red Jonaprince 8,7 – 11,4 mm, la soiul Gala Buckeye constituind 10,9-11,8 mm, iar la Golden Reinders – 10,8-12,9 mm.

La soiul Red Velox, în varianta martor nu s-au făcut măsurări asupra diametrului axului deoarece nu s-au format lăstari anticipați în cazul dat. Valori mai mari ale diametrului axului central mai sus de zona cronării s-au înregistrat în varianta la care s-au rupt frunzele apicale și s-a aplicat tratarea cu regulatorul de creștere Gerba 4LG. Diferența dintre diametrul inferior și superior al zonei coroanei a constituit 6,2 mm la soiul Golden Reinders, 4,8 mm la soiul Gala Buckeye, 6,3 mm la soiul Red Jonaprince și 4,0 mm la soiul Red Velox.

Investigațiile efectuate arată că mărimea diametrului în zona portaltoiului, sub zona coroanei și deasupra ultimei ramuri din coroană a fost influențată atât de particularitățile biologice ale soiului, cât și de modul de formare a coroanei.

Dezvoltarea pomilor de măr în pepinieră are o importanță vădită asupra calității acestui material săditor, precum și asupra comportamentului lui după plantare în livadă. Având în vedere că pomii au avut coroana formată, studiul a cercetat înălțimea trunchiului, lungimea zonei coroanei și lungimea săgeții.

Datele obținute referitoare la înălțimea pomilor demonstrează că indicele în cauză este influențat de particularitățile biologice ale soiului. În varianta martor, valori mai mici ale înălțimii pomilor au fost înregistrate la soiul Red Velox – 149 cm. În continuare, în creștere, se plasează soiul Golden Reinders – 169 cm, soiul Red Jonaprince – 172 cm și soiul Gala Buckeye – 184 cm (tab. 3).

În afară de particularitățile biologice ale soiului, înălțimea pomilor mai depinde și de modul de intervenție asupra formării lor. La toate soiurile luate în studiu, cea mai mare înălțime a pomilor a fost înregistrată în varianta martor, unde a variat de la 149 cm până la 184 cm.

În varianta V<sub>2</sub>, unde s-a efectuat ruperea frunzelor apicale plus tratarea cu regulatorul de creștere Gerba 4LG în doza 25 ml/litru apă, a fost înregistrată o diminuare a indicelui în studiu cu 10,4-22,6% în comparație cu varianta martor. O diferență mai mare a fost constatată la soiul Gala Buckeye, care se caracterizează printr-o vigoare mai mare de creștere.

Studiind structura tulpinii pe diverse zone (trunchi, lungimea zonei cronării și lungimea săgeții), înregistrăm diverse variații în funcție de particularitățile biologice ale soiului și modul de formare a coroanei.

La toate soiurile ce au format ramificații laterale în varianta martor (Golden Reinders, Gala Buckeye, Red Jonaprince), înălțimea trunchiului în pepinieră n-a suferit schimbări esențiale și a variat de la 58 la 59 cm. În varianta cu ruperea frunzelor apicale plus tratarea cu regulatorul de creștere Gerba 4LG în doza 25 ml/litru apă, primele ramuri din partea inferioară la soiurile Golden Reinders, Red Velox și Gala Buckeye încep de la înălțimea 55 cm, iar la soiul Red Jonaprince – de la 60 cm.

**Tabelul 3.** Structura coroanei pe înălțime în funcție de metoda utilizată la formarea coroanei, cm

| Metoda formării<br>cronării | Înălțimea po-<br>mului | Înălțimea trun-<br>chiului | Lungimea zonei<br>formării coroa-<br>nei | Lungimea<br>săgeții |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| Soiul Red Velox             |                        |                            |                                          |                     |
| V <sub>1</sub>              | 149                    | -                          | -                                        | 149                 |
| V <sub>2</sub>              | 135                    | 55                         | 13                                       | 67                  |
| LDS 0,05                    | 5,7                    | -                          | -                                        | 3,1                 |
| Soiul Golden Reinders       |                        |                            |                                          |                     |
| V <sub>1</sub>              | 169                    | 59                         | 6                                        | 104                 |
| V <sub>2</sub>              | 150                    | 55                         | 26                                       | 69                  |
| LDS 0,05                    | 6,9                    | 2,6                        | 0,43                                     | 2,8                 |
| Soiul Gala Buckeye          |                        |                            |                                          |                     |
| V <sub>1</sub>              | 184                    | 58                         | 10                                       | 116                 |
| V <sub>2</sub>              | 150                    | 55                         | 29                                       | 75                  |
| LDS 0,05                    | 7,2                    | 2,7                        | 0,46                                     | 3,7                 |
| Soiul Red Jonaprince        |                        |                            |                                          |                     |
| V <sub>1</sub>              | 172                    | 59                         | 13                                       | 100                 |
| V <sub>2</sub>              | 151                    | 60                         | 37                                       | 54                  |
| LDS 0,05                    | 6,5                    | 2,9                        | 0,56                                     | 2,9                 |

O legitate evidentă asupra influenței metodei de formare a coroanei a fost înregistrată în cadrul lungimii zonei cronării. Valori mai mici ale acestei zone au fost observate în varianta martor, unde indicele în studiu la soiurile Golden Reinders, Gala Buckeye și Red Jonaprince a constituit 6-13 cm. Aceste valori au depins direct de gradul de emisie a lăstarilor anticipați al soiurilor luate în studiu.

În cazul variantei cu ruperea frunzelor apicale plus tratarea cu regulatorul de creștere Gerba 4LG în doza 25 ml/litru apă, indicele studiat s-a majorat esențial, constituind 13 cm la soiul Red Velox, 26 cm la soiul Golden Reinders, 29 cm la soiul Gala Buckeye și 37 cm la soiul Red Jonaprince.

Lungimea săgeții pomilor de măr este într-o relație invers proporțională cu numărul de ramuri anticipate formate pe tulpină. Cu cât numărul dat este mai mic, cu atât este mai mare lungimea săgeții pomilor și invers.

Cea mai mare lungime a săgeții a fost înregistrată în varianta martor. Valori mai mari ale acestui indice au fost obținute la soiul Red Velox – 149 cm și la soiul Gala Buckeye – 116 cm. La soiurile Red Jonaprince și Golden Reinders indicele dat a constituit 100 cm și, respectiv, 104 cm.

Cele mai mici valori pentru lungimea săgeții au fost înregistrate în varianta a doua, unde s-a efectuat ruperea frunzelor apicale și tratarea cu regulatorul de creștere Gerba 4LG. Aici, indicele dat a constituit 54 cm la soiul Red Jonaprince, 67 cm la soiul Red Velox, 69 cm la soiul Golden Reinders și 76 cm la soiul Gala Buckeye.

Ca și în cazul celorlalți indici studiați, numărul de ramuri anticipate și lungimea medie și însumată a lor depind de particularitățile biologice ale soiului și de metoda de formare a coroanelor. În varianta martor, la soiul Red Velox nu s-au obținut lăstari laterali în zona cronării (tab. 4). În cazul variantei a doua, numărul de ramuri din zona formării coroanei a constituit 5,0 bucăți/pom.

La pomii din soiul Golden Reinders, numărul de ramuri obținute a fost în creștere în comparație cu soiul Red Velox, constituind, pe variantele în studiu, 1,8-8,0 bucăți/pom. Un număr mai mic de ramuri anticipate la soiul dat a fost înregistrat în varianta martor, unde nu s-a efectuat nicio intervenție cu oculantul – 1,8 bucăți/pom. În cazul când asupra oculantului s-a intervenit prin ruperea frunzelor apicale și stropirea zonei respective cu regulatorul de creștere Gerba 4LG, numărul de ramuri anticipate din zona formării coroanei pomilor s-a majorat până la 8,0 bucăți/pom.

La soiurile Gala Buckeye și Red Jonaprince, numărul de ramuri anticipate obținute în zona formării coroanei a sporit în comparație cu soiurile precedente și a constituit 2,8-10,0 și, respectiv, 3,3-12,0 bucăți/pom. Un număr mai mare de ramuri anticipate la soiurile date s-a înregistrat în varianta a doua – 10-12 bucăți/pom.



**Tabelul 4.** Numărul ramurilor anticipate, lungimea medie și însumata a lor din cadrul coroanei pomilor de măr în câmpul II al școlii de pomi în funcție de metoda de formare a coroanei

| Metoda cronării       | Numărul ramurilor anticipate, bucăți/pom | Lungimea ramurilor anticipate |                  |
|-----------------------|------------------------------------------|-------------------------------|------------------|
|                       |                                          | Medie, cm                     | Însumată, cm/pom |
| Soiul Red Velox       |                                          |                               |                  |
| V <sub>1</sub>        | -                                        | -                             | -                |
| V <sub>2</sub>        | 5,0                                      | 52,4                          | 262              |
| LDS 0,05              | -                                        | -                             | -                |
| Soiul Golden Reinders |                                          |                               |                  |
| V <sub>1</sub>        | 1,8                                      | 56,0                          | 101              |
| V <sub>2</sub>        | 8,0                                      | 46,9                          | 375              |
| LDS 0,05              | 0,28                                     | 2,6                           | 12,4             |
| Soiul Gala Buckeye    |                                          |                               |                  |
| V <sub>1</sub>        | 2,8                                      | 45,1                          | 126              |
| V <sub>2</sub>        | 10,0                                     | 42,5                          | 425              |
| LDS 0,05              | 0,34                                     | 2,1                           | 13,7             |
| Soiul Red Jonaprince  |                                          |                               |                  |
| V <sub>1</sub>        | 3,3                                      | 49,4                          | 153              |
| V <sub>2</sub>        | 12,0                                     | 45,3                          | 544              |
| LDS 0,05              | 0,45                                     | 2,6                           | 17,9             |

O lungime medie mai mică a ramurilor anticipate a fost obținută la soiul Gala Buckeye (42,5-45,1 cm). În continuare, în creștere, se plasează soiul Red Jonaprince (44,0-49,4 cm), soiul Red Velox (52,4 cm) și soiul Golden Reinders (46,9-56,0 cm).

Lungimea medie a ramurilor anticipate este în corelație directă cu numărul de ramuri anticipate formate în zona cronării. Valori mai mari ale lungimii medii a ramurilor anuale au fost înregistrate în varianta martor (45,1-56,0 cm), unde numărul ramurilor anticipate era mai mic. În cadrul variantei în care s-a efectuat ruperea frunzelor apicale și tratarea cu regulatorul de creștere Gerba 4LG s-a înregistrat o diminuare a indicelui în studiu cu 5,8-6,5%.

Lungimea însumată a ramurilor anticipate formate în zona cronării este influențată direct de numărul de ramuri din zona formării coroanei și de lungimea medie a creșterilor anuale laterale. La soiul Red Velox, în varianta martor nu s-au format ramificații laterale. La pomii din soiul Golden Reinders lungimea însumată a ramurilor anuale anticipate a constituit 101 cm, la cei din soiul Gala Buckeye – 126 cm, iar la pomii din soiul Red Jonaprince – 164 cm.

Ruperea frunzelor apicale plus tratarea cu regulatorul de creștere Gerba 4LG în doza 25 ml/litru apă a majorat lungimea însumată a ramurilor anuale de la 262 cm până la 544 cm la pom, în funcție de soi.

Randamentul și calitatea pomilor reprezintă niște indicatori care, în mod direct, depind de particularitățile biologice ale soiului, de calitatea portaltoiuului utilizat la plantare, de modul de formare a lăstarilor anticipați în zona formării coroanei și de agrotehnica aplicată în pepinieră.

Analizând randamentul pomilor sub aspectul particularităților biologice ale soiului, constatăm că, pe parcursul cercetărilor, indicele menționat a variat de la 32,4 mii până la 33,1 mii bucăți/ha. Aceasta diferență neînsemnată este argumentată și prin valori statistice (tab. 5).

Trebuie să menționăm de asemenea că randamentul materialului săditor obținut în pepinieră este într-o corelație directă cu ponderea pomilor de măr porniți în creștere în primăvară, în câmpul II, și mai puțin depinde de particularitățile biologice ale soiului și de modul de formare a coroanelor.

Conform cerințelor de calitate înaintate față de materialul săditor de măr în țările cu pomicultură avansată, la categoria I de calitate se atribuie acei pomi care, în zona formării coroanei, au 5 și mai multe ramuri anticipate cu lungimea de cel puțin 20 cm.

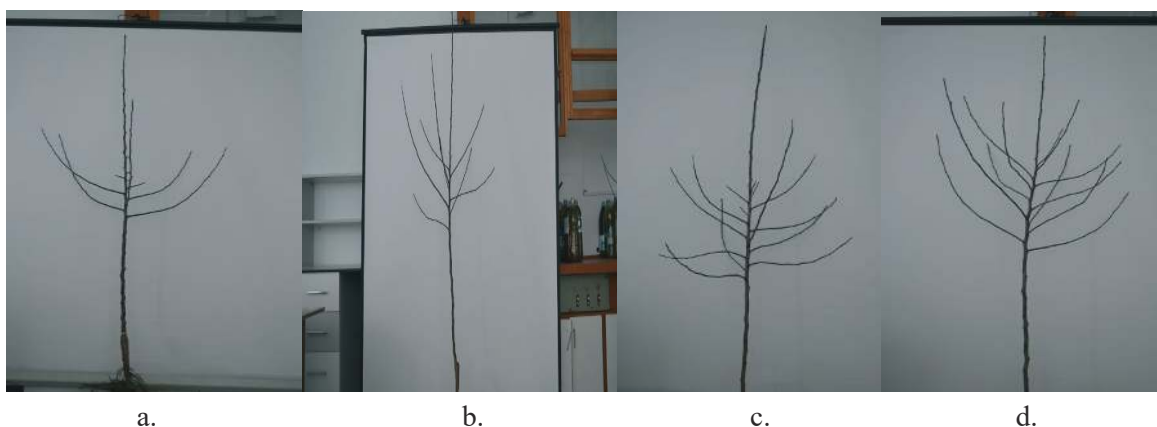
Investigațiile efectuate și în această direcție au arătat că materialul săditor obținut pe parcursul cercetărilor a variat în funcție de soi și de tehnica de formare a coroanelor. Cea mai mică pondere de material săditor de calitate I s-a obținut la soiul Red Velox, apoi, în creștere, se plasează soiurile Golden Reinders, Gala Buckeye și Red Jonaprince. Astfel, la soiurile în studiu, în varianta martor s-au înregistrat valori de

0; 8,6; 16,4 și 18,7%. În urma aplicării unor tehnici de majorare a gradului de formare a lăstarilor anticipați la soiurile în cauză, ponderea pomilor de categoria I de calitate a crescut, în defavoarea ponderii pomilor de categoria a II-a de calitate.

Ruperea frunzelor apicale plus tratarea cu regulatorul de creștere Gerba 4LG în doza 25 ml/litru apă a dus la mărirea gradului de ramificare, prin inhibarea auxinei și sporirea capacității de emisie a lăstarilor anticipați. Practic, în varianta respectivă, la soiurile Gala Buckeye și Red Jonaprince ponderea pomilor de categoria I de calitate a constituit 90,7% și, respectiv, 93,7%, iar a celor de categoria II de calitate – 9,3% și, respectiv, 6,3%. În cadrul soiurilor Red Velox și Golden Reinders n-au fost înregistrate mar devieri la capitolul calitatea pomilor.

**Tabelul 5.** Randamentul și calitatea pomilor de măr obținuți prin diverse metode de formare a coroanei

| Metoda formării<br>coroanei | Randamentul,<br>mii bucăți/ha | Calitatea marfară, % |      |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|------|
|                             |                               | I                    | II   |
| Soiul Red Velox             |                               |                      |      |
| V <sub>1</sub>              | 32,8                          | -                    | 100  |
| V <sub>2</sub>              | 32,6                          | 89,7                 | 10,3 |
| LDS 0,05                    | 1,51                          | -                    | -    |
| Soiul Golden Reinders       |                               |                      |      |
| V <sub>1</sub>              | 32,4                          | 8,7                  | 91,7 |
| V <sub>2</sub>              | 32,5                          | 91,3                 | 8,7  |
| LDS 0,05                    | 1,49                          | -                    | -    |
| Soiul Gala Buckeye          |                               |                      |      |
| V <sub>1</sub>              | 33,0                          | 16,4                 | 83,6 |
| V <sub>2</sub>              | 33,1                          | 90,7                 | 9,3  |
| LDS 0,05                    | 1,54                          | -                    | -    |
| Soiul Red Jonaprince        |                               |                      |      |
| V <sub>1</sub>              | 32,5                          | 18,7                 | 81,3 |
| V <sub>2</sub>              | 32,6                          | 93,7                 | 6,3  |
| LDS 0,05                    | 1,52                          | -                    | -    |



**Figura 1.** Calitatea materialului săditor la pomii de măr formați după metoda de rupere a frunzelor apicale în combinație cu tratarea cu regulatorul de creștere Gerba 4LG.

a. – soiul Red Velox; b. – Soiul Golden Reinders; c. – Soiul Gala Buckeye; d. – Soiul Red Jonaprince

Particularitățile biologice ale soiului și modul de formare a coroanei influențează direct procesele de dezvoltare a plantelor, ceea ce, în final, se răsfrânge și asupra calității materialului săditor obținut în câmpul II al pepinierii pomicole.

## CONCLUZII

Înălțimea creșterii altoiului în câmpul II al școlii de pomi este influențată de particularitățile biologice ale soiurilor și de modul de formare a coroanei.

Un echilibru mai favorabil dintre indicii de creștere ai pomilor și modul de formare a bazei coroanei în câmpul II al pepinierii s-a înregistrat în varianta unde s-a efectuat o singură dată ruperea frunzelor apicale și s-a aplicat regulatorul de creștere Gerba 4LG.

Particularitățile biologice ale soiurilor și modul de formare a coroanei influențează direct calitatea pomilor obținuți în pepinieră.

Pentru o garnisire mai uniformă în zona formării coroanei se recomandă de efectuat ruperea frunzelor apicale în combinație cu aplicarea de două ori a regulatorului de creștere Gerba 4LG cu doza de 25 ml/litru apă.

În cazul producerii pomilor cu coroană, în pepiniera pomicolă trebuie de menținut nivelul recomandat de umiditate și de efectuat fertilizări extraradiculare și foliare cu îngrășăminte minerale, pentru a nu frâna procesele de creștere a lăstarilor anticipați.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BABUC, V. (2002). Producerea pomilor altoiți cu valori biologice superioare. Chișinău, 136 p.
2. BABUC, V. (2012). Pomicultura. Chișinău. 662 p. ISBN 978-9975-53-067.
3. BABUC, V., PEȘTEANU A., GUDUMAC, E., CUMPANICI A., elab. (2013). Producerea merelor: Manual tehnologic. Chișinău. 240 p. ISBN 978-9975-80-590-2.
4. BABUC, V., PEȘTEANU, A., GUDUMAC, E. (2015). Producerea materialului săditor de măr: Manual tehnologic. Chișinău, 138 p. ISBN 978-9975-120-66-1.
5. BALAN, V., CIMPOIEȘ, Gh., BARBĂROȘIE, M. (2001). Pomicultura. Chișinău: Museum. 453 p. ISBN 9975-906-39-7.
6. BASAK, A., SOZCEK, Z. (1986). The influence of promalin on branching of one-year-old apple nursery trees. In: Acta Hort., vol. 179, pp. 279-280. ISSN 0567-7572.
7. CAGLAR S., ILGIN M. (2009). The effects of benzyladenine applications on branching of Mondial Gala apple nursery trees on MM106 in the first year growth. In: Journal of natural sciences, vol. 12(1), pp. 66-70. ISSN 1309-1743.
8. CIMPOIEȘ, Gh. (2012). Cultura mărului. Chișinău. 380 p. ISBN 978-9975-80-547-6.
9. GASTOL, M., DOMAGAŁA-SWIATKIEWICZ, I., BIJAK, M. (2012). The effect of different bioregulators on lateral shoot formation in maiden apple tree. In: Folia Horticulturae, vol. 24(2), pp. 147-152. DOI 10.2478/v10245-012-0018-9
10. GUDUMAC, E. (2008). Optimizarea creșterii și structurării coroanei în pepinieră a pomilor de măr altoiți pe M9: autoref. tz. doct. în agricultură. Chisinau. 21 p.
11. HROTKÓ, K., MAGYAR, L. et al. (1996). Improved feathering on one-year-old 'Idared' apple trees in the nursery. In: Horticultural Science, vol. 28, pp. 29-34. ISSN 0862-867X.
12. WERTHEIM, S.J., ESTABROOKS, E.N. (1994). Effect of repeated sprays of 6-benzyladenine on the formation of sylleptic shoots in apple in the fruit-tree nursery. In: Scientia Horticulturae, vol. 60(1-2), pp. 31-39. ISSN 0304-4238.
13. АЛФЁРОВ, В.А. ГОВОРУЩЕНКО Н.В. (2005). Дифференцированный подход к получению коронированных саженцев яблони на слаборослом подвое в зависимости от биологических свойств сорта. В: Новации и эффективность производственных процессов в плодоводстве, Краснодар, т. 2, с. 180-189. ISBN 5-98272-014-3.
14. ДРАБУДЬКО, Н.Н., ЛЕВШУНОВ, В.А., САМУСЬ, В.А. (2013). Влияние технологических приемов на ветвление однолетних саженцев плодовых культур в питомнике. В: Плодоводство (Самохваловичи), т. 25, с. 130-139. ISSN 0134-9759.
15. КАШИРСКАЯ, О.В. (2011). Ветвление однолетних саженцев яблони под влиянием агротехнических приемов. В: Вестник Мичуринского гос. аграрного ун-та, № 11, с. 55-58. ISSN 1992-2582.
16. САМУСЬ, В.А., ЛЕВШУНОВ, В.А. (2015). Стимулирование ветвления однолетних саженцев яблони механическим способом. В: Земледелие и защита растений (Минск), № 3, с. 69-72.
17. ЧЕРНОВ, А.И. (2013). Приемы ускоренного формирования однолетних саженцев. В: Интенсивное садоводство: современное состояние и перспективы развития: мат. междунар. науч.-практич. конф., 21-23 марта 2013, Нальчик: КБГАУ, с. 83-86.

Data prezentării articolului: 01.04.2019

Data acceptării articolului: 05.05.2019

CZU 634.743 : 631.5

## PRODUCȚIA DE FRUCTE DE CĂȚINĂ ALBĂ ȘI CALITATEA LOR ÎN FUNCȚIE DE SOI

*Gheorghe CIMPOIEȘ, Ion CVASOV*  
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** The productivity and quality of fruits of white sea buckthorn from 15 varieties of Romanian, German and Ukrainian origin were studied. It has been established that according to the size of the harvest obtained in the first two years of fructification the varieties can be classified as follows: high yielding varieties (Mara, Cora, Clara, C 6, Pomoranchevaya), medium-yielding varieties (Mr. Sandu, AGG, Leicora, Seiola) and low-yielding varieties (Dora, Roori, AGA, Pitesti-2, Brateni and Hergo). Only the Pomoranchevaya variety had great fruits. The Clara, Roori, Sandu, C 6, AGG, Leicora and Seiola varieties had medium-sized fruits, and the other varieties were small. The most valuable varieties by vitamin C content in fruits were: Mara, Pitești-2, Clara, Dora, Roori, Mr. Sandu and Brateni.

**Key words:** Sea buckthorn; Variety; Harvest; Fruit weight; Chemical composition.

**Rezumat.** S-a studiat productivitatea și calitatea fructelor pomilor de cătină albă din 15 soiuri de origine românească, germană și ucraineană. S-a stabilit că, după mărimea recoltei obținute în primii doi ani de fructificare, soiurile pot fi clasificate astfel: cu productivitate înaltă – Mara, Cora, Clara, C 6, Pomoranchevaya; cu productivitate mijlocie – Mr. Sandu, AGG, Leicora, Seiola; cu productivitate joasă – Dora, Roori, AGA, Pitești-2, Brăteni și Hergo. Numai soiul Pomoranchevaya a avut fructe de dimensiuni mari. Soiurile Clara, Roori, Mr. Sandu, C 6, AGG, Leicora și Seiola au avut fructe de mărime mijlocie, iar la celelalte soiuri fructele au fost mici. Cele mai valoroase soiuri după conținutul în vitamina C în fructe au fost Mara, Pitești-2, Clara, Dora, Roori, Mr. Sandu și Brăteni.

**Cuvinte-cheie:** Cătină albă; Soi; Recoltă; Masa fructelor; Compoziție chimică.

### INTRODUCERE

Deși cătina albă are valoroase însușiri agronomice, alimentare, terapeutice etc. (Rați, I., Rați, L. 2003; Cîmpoieș, G. 2018), ea nu a avut o răspândire largă în lume, în primul rând, din cauza productivității mici a plantelor și a prezenței ghimpilor, care sunt un mare impediment la recoltarea manuală (Cîmpoieș, G., Popa, S. 2018).

Atitudinea față de această specie s-a schimbat radical odată cu apariția soiurilor înalt productive, inclusiv fără ghimpi, și a mașinilor pentru recoltarea fructelor (Зубарев, И. 2008; Кондропова, В. 2012). Producătorii manifestă un interes sporit față de cătina albă, care devine una din cele mai profitabile specii pomicole. Se înființează plantații comerciale pe zeci de hectare cu soiuri care nu au fost studiate în condițiile Republicii Moldova. O parte din acestea au fost omologate fără a fi testate. De aceea prezintă interes studierea particularităților de fructificare a pomilor de cătină albă, precum și a calității fructelor în funcție de soi pentru a stabili cele mai valoroase soiuri pentru condițiile țării noastre.

### MATERIAL ȘI METODĂ

Plantația experimentală a fost înființată în primăvara anului 2015 în SRL „Monsterax” din satul Pohrebea, raionul Dubăsari, cu pomi (vergi) din soiurile Mara, Cora, Clara, Dora, Mr. Sandu, AGA, AGG, C 6, Pitești-2 (origine românească), Leicora, Seiola, Hergo (origine germană) și Pomoranchevaya (origine ucraineană). Drept polenizator a servit soiul Andros.

Pomii studiați au fost plantați la distanța de 3,5x1,75 m. Pomii din soiul polenizator au fost plantați la marginea plantației, din partea vântului dominant, la distanța de 3,5x3,8 m. Pomii au fost conduși după sistemul piramidă mixtă.

Lotul experimental este organizat în blocuri, fiecare variantă cuprinde câte trei repetiții. În fiecare repetiție au fost câte 8 pomi din fiecare soi.

Cercetările s-au efectuat după metode aprobate și folosite pe larg în pomicultură.

Terenul pe care a fost înființată plantația experimentală de cătina albă este plan și reprezintă un cernoziom carbonatic viguros, cu compoziția granulometrică lutoasă. Acest tip de sol ocupă 671,9 mii ha sau 19,9 % din toată suprafața fondului funciar din Republica Moldova (Cerbari, V. 2000).

De-a lungul rândului de pomi, solul a fost întreținut ca ogor lucrat, în intervalele dintre rânduri – ca ogor cu înierbare naturală controlată (Cîmpoieș, G., Popa, S. 2018).

Irigarea pomilor s-a făcut prin picurare.





**Figura 1.** Înierbarea naturală controlată și irigarea prin picurare în livada experimentală

Pe perioada cercetării nu au fost necesare măsuri de protecție a plantelor contra bolilor și dăunătorilor.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Recolta de fructe reprezintă unul dintre indicii principali în vederea aprecierii influenței factorilor luați în studiu.

În primul rând, menționăm că, indiferent de soi, pomii au intrat pe rod în al treilea an după plantare. În anul intrării pomilor pe rod (anul 2017), mărimea recoltei a variat de la 0,11 până la 0,88 kg/pom, în funcție de soi. Cele mai mici valori ale acestui indice au fost înregistrate la pomii din soiurile Mr. Sandu și Dora, constituind 0,11 și, respectiv, 0,14 kg/pom. În același timp, cea mai mare recoltă s-a obținut la pomii din soiul Pomorancevaia, care a fost cu mult mai mare comparativ cu celelalte soiuri și a constituit 0,88 kg/pom.

**Tabelul 1.** Recolta de fructe a pomilor de cătină albă în funcție de soi

| Soiul         | 2017   |       | 2018   |       |
|---------------|--------|-------|--------|-------|
|               | kg/pom | kg/ha | kg/pom | kg/ha |
| Mara          | 0,47   | 773   | 3,76   | 6136  |
| Cora          | 0,75   | 1223  | 3,87   | 6322  |
| Clara         | 0,72   | 1173  | 4,58   | 7471  |
| Dora          | 0,14   | 225   | 1,12   | 1828  |
| Roori         | 0,35   | 564   | 1,66   | 2707  |
| Mr. Sandu     | 0,11   | 176   | 2,81   | 4585  |
| AGA           | 0,31   | 504   | 1,73   | 2822  |
| AGG           | 0,55   | 900   | 2,18   | 3552  |
| C 6           | 0,41   | 676   | 3,52   | 5751  |
| Pitești-2     | 0,30   | 487   | 1,12   | 1821  |
| Brăteni       | 0,23   | 380   | 0,98   | 1599  |
| Leicora       | 0,19   | 315   | 2,54   | 4146  |
| Seirola       | 0,31   | 500   | 2,88   | 4698  |
| Hergo         | 0,30   | 487   | 1,69   | 2759  |
| Pomorancevaia | 0,88   | 1442  | 3,26   | 5330  |
| DL 0,05       | 0,21   |       | 0,78   |       |

În al doilea an de fructificare, recolta a fost mult mai mare comparativ cu anul intrării pomilor pe rod și a variat între 0,98 și 4,58 kg/pom. Ritmul de creștere a recoltei variază mult în funcție de soi. Dacă, de exemplu, recolta pomilor din soiul Pitești-2 a crescut de 3,7 ori în anul 2018, comparativ cu anul 2017, la pomii din soiul Clara aceasta s-a majorat în perioada respectivă de 6,4 ori.

În anul 2018, cea mai mare recoltă a fost obținută la pomii din soiul Clara și a constituit peste 7 t/ha. Mai puțin productivi au fost pomii din soiurile Cora, Mara, C 6 și Pomorancevaia, de la care s-a obținut o recoltă de peste 5-6 t/ha. Cea mai mică productivitate a fost înregistrată la pomii din soiurile Brăteni, Pitești-2 și Dora, de la care s-a obținut o recoltă mai mică de 2 t/ha.

Se știe că verigile agrotehnice noi elaborate trebuie să contribuie nu numai la sporirea recoltei de fructe, dar și la creșterea calității lor sau cel puțin să nu o diminueze.

Un indice important al calității fructelor este mărimea lor, îndeosebi pentru cele destinate consumului în stare proaspătă.



**Figura 2.** Fructificarea pomilor din soiul Mara

Datele experimentale obținute (tab. 2) arată că mărimea fructelor depinde de particularitățile biologice ale soiului. Astfel, în anul intrării pomilor pe rod, masa medie a 100 de fructe a variat de la 24 g până la 48 g. Cele mai mari fructe au fost înregistrate la pomii din soiurile Pomorancevaia și AGG, iar cele mai mici la cei din soiul Dora.

**Tabelul 2.** Masa medie a 100 de fructe de cătină albă în funcție de soi, g

| Soiul         | 2017 | 2018 |
|---------------|------|------|
| Mara          | 28   | 28   |
| Cora          | 26   | 32   |
| Clara         | 44   | 38   |
| Dora          | 24   | 22   |
| Roori         | 32   | 37   |
| Mr. Sandu     | 40   | 50   |
| AGA           | 28   | 30   |
| AGG           | 48   | 38   |
| C 6           | 45   | 44   |
| Pitești 2     | 25   | 30   |
| Brăteni       | 28   | 32   |
| Leicora       | 42   | 48   |
| Seirola       | 36   | 49   |
| Hergo         | 35   | 32   |
| Pomorancevaia | 48   | 80   |
| DL 0,05       | 2,8  | 3,9  |

În al doilea an de fructificare a pomilor, masa fructelor la unele soiuri (Mara) a rămas ca în anul intrării pomilor pe rod, la altele (Pomorancevaia, Seirola etc.) s-a mărit, iar la soiurile AGG etc. acest indice s-a micșorat. Nu a fost stabilită o corelație între mărimea recoltei și a masei unui fruct. De exemplu, la pomii din soiul Pomorancevaia a fost înregistrată o recoltă medie, dar masa a 100 de fructe a fost cea mai mare. La pomii din soiul Brăteni recolta a fost cea mai mică, masa a 100 de fructe fiind, de asemenea, mică.

Unii autori (Скалий, Л. 2007) consideră că fructe mici sunt cele cu masa mai mică de 0,35 g și lungimea mai mică de 6 mm. Fructele cu masa de la 0,35 până la 0,6 g și lungimea până la 7 mm sunt mijlocii ca mărime. După această clasificare numai soiul Pomorancevaia este cu fructe mari. Soiurile Clara, Roori, Mr. Sandu, C 6, AGG, Leicora și Seirola sunt cu fructe de mărime mijlocie, iar celelalte (Mara, Cora, Dora, AGA, Pitești-2, Brăteni și Hergo) au fructe mici.

Alături de mărimea fructelor, un interes deosebit îl prezintă și compoziția lor chimică. Cel mai înalt conținut în vitamina C îl au fructele din soiul Mara. Acesta a constituit 246,4 mg%, cu mult peste valorile înregistrate la celelalte soiuri. Mai mult de 100 mg% de vitamina C conțin fructele din soiurile Pitești-2, Clara, Dora, Roori, Ms. Sandu și Brăteni. Cel mai mic conținut în vitamina C s-a înregistrat în fructele din soiul AGG (tab. 3).

**Tabelul 3.** Compoziția chimică a fructelor de cătină albă în funcție de soi, anul 2018

| Soiul         | Vitamina C,<br>mg/% | Zahărul total, % | Aciditatea<br>titrabilă, % | Substanța uscată,<br>% |
|---------------|---------------------|------------------|----------------------------|------------------------|
| Mara          | 246,4               | 9,7              | 1,33                       | 23,53                  |
| Clara         | 134,6               | 6,8              | 1,01                       | 19,15                  |
| Cora          | 63,1                | 10,0             | 1,06                       | 22,45                  |
| Dora          | 139,5               | 8,6              | 0,78                       | 17,84                  |
| C 6           | 93,1                | 10,1             | 1,38                       | 17,35                  |
| Roori         | 119,6               | 10,9             | 0,67                       | 22,43                  |
| AGA           | 99,3                | 12,3             | 1,24                       | 18,06                  |
| AGG           | 22,8                | 13,0             | 1,35                       | 16,41                  |
| Ms Sandu      | 131,6               | 12,4             | 0,75                       | 17,89                  |
| Leicora       | 79,6                | 11,6             | 0,97                       | 20,82                  |
| Seirola       | 99,8                | 8,9              | 0,96                       | 19,52                  |
| Hergo         | 68,4                | 8,0              | 1,19                       | 21,36                  |
| Pitești-2     | 147,8               | 11,1             | 0,91                       | 23,75                  |
| Brăteni       | 137,5               | 9,6              | 0,92                       | 21,34                  |
| Pomorancevaia | 60,7                | 8,8              | 0,58                       | 16,59                  |

Mai puțin se deosebesc soiurile după conținutul în zaharuri. Deși fructele din soiul AGG aveau cel mai mic conținut în vitamina C, acestea conțin cele mai multe zaharuri. Printre soiurile cu cel mai înalt conținut în zahăr total se numără AGG, AGA, Ms. Sandu, Roori, C 6, Cora, Leicora și Pitești 2. Celelalte soiuri conțin mai puțin de 10 % de zaharuri.

După conținutul în acizi organici, pe primele locuri se situează soiurile C 6, Mara, AGA și Hergo. Cea mai joasă aciditate au avut-o fructele din soiurile Pomorancevaia, Roori, Dora și Mr. Sandu.

Cele mai valoroase soiuri după conținutul în vitamina C în fructe sunt Mara, Pitești 2, Clara, Dora, Roori, Mr. Sandu și Brăteni.

## CONCLUZII

1. Fructificarea pomilor de cătină albă este determinată în mare măsură de particularitățile biologice ale soiului. După mărimea recoltei obținută în primii doi ani de fructificare, soiurile studiate pot fi clasificate astfel: cu productivitate înaltă – Mara, Cora, Clara, C 6, Pomorancevaia; cu productivitate mijlocie – Mr. Sandu, AGG, Leicora, Seirola; cu productivitate joasă – Dora, Roori, AGA, Pitești-2, Brăteni și Hergo.

2. Numai soiul Pomorancevaia a avut fructe mari. Soiurile Clara, Roori, Mr. Sandu, C 6, AGG, Le-

icora și Seirola au avut fructe de mărime mijlocie, iar la celelalte soiuri fructele au fost mici. Cele mai valoroase soiuri după conținutul în vitamina C în fructe sunt Mara, Pitești-2, Clara, Dora, Roori, Mr. Sandu și Brăteni.

#### REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. MACHIDON, M., resp. de ed. (2018). Catalogul soiurilor de plante pentru a. 2018. Chișinău: Lumina. 132 p.
2. CERBARI, V. (2000). Gestionarea și protecția resurselor de sol. Chișinău. 60 p.
3. CIMPOIEȘ, G. (2018). Pomicultură specială. Chișinău. 558 p. ISBN 978-9975-56-572-1.
4. CIMPOIEȘ, G., POPA, S. (2018). Cătina albă. Chișinău. 148 p. ISBN 978-9975-56-601-8.
5. RAȚI, I., RAȚI, L. (2003). Cătina albă în exploatații agricole, București: ANCA. ISBN 978-9738-65-990-2.
6. ЗУБАРЕВ, И. (2008). Итоги и задачи селекции облепихи в Сибирь на современном этапе. В: Достижения науки и техники, № 7, с. 12-16.
7. КОНДРОШОВА, В. (2012). Новые крупноплодные сорта облепихи для создания устойчивых и продуктивных насаждений. В: Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: XV межд. научно-практич. конф., Петропавловск, 2012, т. 1, с. 161-167.
8. СКАЛИЙ, Л. (2007). Облепиха: Пособие для садоводов-любителей. Москва: Ниола-Пресс. ISBN 978-5-366-00149-6.

Data prezentării articolului: 14.02.2019

Data acceptării articolului: 22.03.2010



CZU 635.64:581.4:631.524.84

## EVALUAREA VARIABILITĂȚII UNOR CARACTERE MORFOBIOLOGICE ȘI AGRONOMICE LA TOMATE

Nadejda MIHNEA

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Republica Moldova

**Abstract.** This paper presents the results of assessing a tomato collection (18 genotypes) on the basis of precocity, productivity and some fruit characters. Cluster analysis has shown that genotypes, separated into three clusters, are distinguished based on the fruit mass, fruit length, fruit diameter, mesocarp thickness, pericarp thickness, and number of seed beds. The analysis of the valuable characters of the studied forms revealed in the collection a wide variability regarding the duration of the interphase period, the shape of the bush and fruit, the whole yield, the proportion of marketable fruits. This allowed to select the most valuable forms and recommend them for hybridization and to obtain new varieties and hybrids for various uses.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum*; Agronomic characters; Variability; Precocity; Fruit characters; Productivity.

**Rezumat.** În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele evaluării unei colecții de tomate (18 genotipuri) în baza precocității, productivității și a unor caractere ale fructului. Analiza clusteriană a demonstrat că genotipurile, separate în 3 clustere, se deosebesc în baza caracterelor masa fructului, lungimea fructului, diametrul fructului, grosimea mezocarpului, grosimea pericarpului, numărul de loje seminale. Analiza caracterelor utile ale formelor studiate din colecție a evidențiat o variabilitate largă privind durata perioadelor interfazice, forma tufei, fructului, productivitatea generală, cota fructelor marfă, ceea ce permite selectarea și recomandarea celor mai valoroase forme pentru hibridare și obținerea soiurilor și hibridizilor noi cu diferită destinație.

**Cuvinte-cheie:** *Lycopersicon esculentum*; Caractere agronomice; Variabilitate; Precocitate; Caractere ale fructului; Productivitate.

### INTRODUCERE

Obținerea unor producții mari și constante de tomate și asigurarea consumului lor pe parcursul întregului an se poate realiza, pe de o parte, prin aplicarea unei agrotehnici avansate și, pe de altă parte, prin folosirea unor soiuri cu diferit grad de precocitate, productive, rezistente la boli și dăunători, cu fructe de calitate înaltă.

Succesul în ameliorare, în mare măsură, este determinat de gradul de variabilitate a caracterelor materialului inițial implicat în cercetare, care relevă particularitățile normei de reacție a genotipului în diferite condiții de mediu (Holland, J. 2001; Mohanty, B. 2002; Mihnea, N. 2012; Mohamed, N. et al. 2012).

Capacitatea de variație a caracterului, determinată de diversitatea genotipurilor și fluctuațiile condițiilor de mediu, denotă nivelul de ameliorare al acestuia. Stabilirea particularităților de variabilitate și ereditate ale caracterelor oferă amelioratorului posibilitatea optimizării programului de selecție (Nadarajan, N. et al. 2005), iar cunoașterea legităților la care se supune variabilitatea caracterelor de interes permite planificarea corectă a procesului de ameliorare și obținerea rezultatelor dorite într-o perioadă restrânsă.

În legătură cu aceasta, scopul cercetărilor a constat în studierea variabilității fenotipice a caracterelor cantitative – importanți indici biologici și de producție la tomate.

### MATERIAL ȘI METODE

În calitate de material pentru cercetare au servit soiuri și linii de diferită origine, inclusiv din România (Buzău). Experiențele au fost efectuate în condiții de câmp, pe terenul experimental al Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

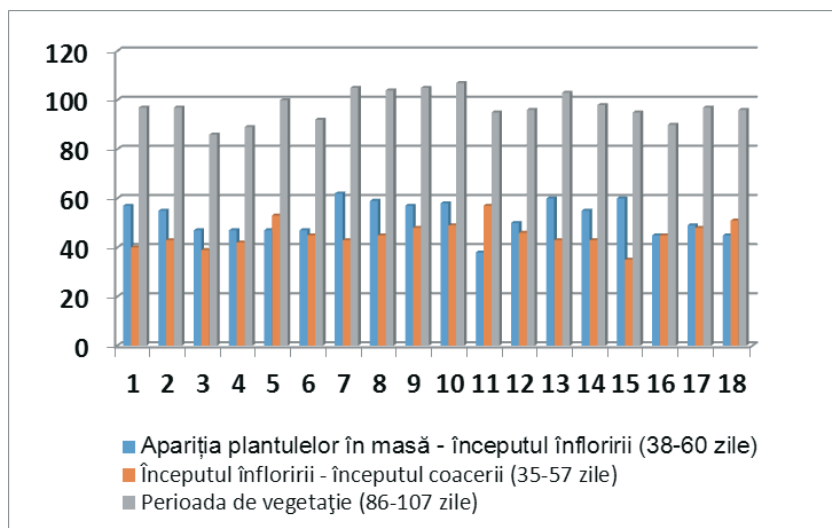
Analizele clusteriene au fost efectuate prin construirea dendrogramelor în baza algoritmului aglomerativ-iterațional (metoda Ward) și a metodei k-mediilor (Savary, S. et al. 2010). În cadrul metodei k-mediilor s-au programat 3 clustere după posibilele valori ale caracterelor: mici, medii și înalte.

Tomatele au fost crescute prin cultură de răsad, în 3 repetiții, după metoda standard. Semănatul în seră s-a efectuat în a treia decadă a lunii martie, plantarea în câmp – în decadă a doua a lunii mai. S-au efectuat observații fenologice în condiții de câmp. Descrierea morfologică s-a efectuat conform descriptorului UPOV (UPOV, 2011). Datele obținute s-au prelucrat statistic în pachetul de soft STATISTICA 7.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

În anul de studiu a fost fondată o colecție din 18 forme de tomate cu creștere determinată, 11 din ele fiind de origine din România (Buzău). În urma evaluării colecției de tomate în baza precocității s-a constatat o variabilitate destul de înaltă a perioadelor interfazice (fig. 1).

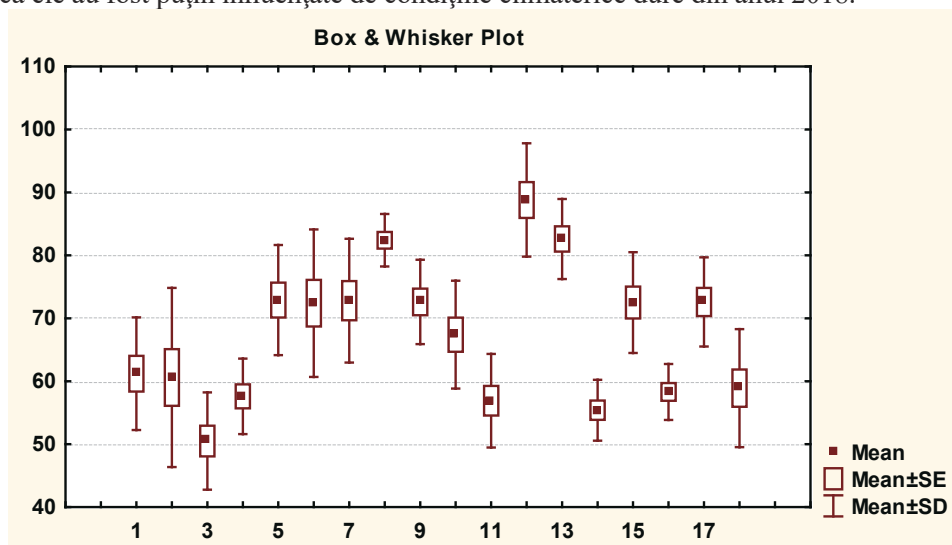
S-au observat deosebiri semnificative în perioada interfazică apariția plantulelor în masă – începutul înfloririi, care s-au încadrat în limitele 38-60 zile, iar în perioada a doua interfazică deosebiri au fost de 35-57 zile.



**Figura 1.** Perioadele interfazice la formele de tomate cu creștere determinată

Santa Maria; 2) Roma; 3) Luci; 4) Alex; 5) Pontina; 6) Flacăra; 7) Kristina; 8) Florina; 9) Măriuca; 10) Darsirius; 11) L 10; 12) L 11; 13) L 66; 14) L 71; 15) L 713; 16) L 714; 17) Buzău 47; 18) Marglobe

Amplitudinea de variație a înălțimii plantelor la mostrele studiate s-a încadrat în limitele 50,5-88,8 cm (fig. 2). Constatăm deci că există o diversitate mare a acestui caracter, ceea ce oferă posibilități de selectare a genotipurilor de interes la crearea soiurilor cu tufă compactă, care să poată fi supuse lucrărilor agrotehnice mecanizate. Cele mai mici valori pentru înălțimea plantei s-au înregistrat la genotipurile L 10 B, L 71, L 714 (Buzău) și la soiul Luci (Tiraspol). Variabilitatea fenotipică a înălțimii plantelor a fost joasă sau medie: 5,1-23,5%, cu media de 12,0%, caracterul manifestând o normă de reacție restrânsă. Mostrele din România L 66, L 71, L 714, Kristina, Buzău 47 au înregistrat cele mai mici valori ale coeficientului de variație, ceea ce denotă că ele au fost puțin influențate de condițiile climaterice dure din anul 2018.



**Figura 2.** Variabilitatea caracterului înălțimea plantei la soiurile de tomate cu creștere determinată

O atenție deosebită se acordă însușirilor fructului de tomate, deoarece tocmai acestea adesea determină scopul final al ameliorării. Principalele caracteristici ale fructului de tomate sunt: masa, indicele de fruct (raportul lungimii la diametrul fructului), grosimea pericarpului, grosimea mezocarpului, numărul de loje seminale. Cunoașterea gradului de variabilitate a acestora permite utilizarea mai eficientă a materialului inițial în cercetările ameliorative (Mihnea, N. 2012).

Santa Maria; 2) Roma; 3) Luci; 4) Alex; 5) Pontina; 6) Flacăra; 7) Kristina; 8) Florina; 9) Măriuca; 10) Darsirius; 11) L 10; 12) L 11; 13) L 66; 14) L 71; 15) L 713; 16) L 714; 17) Buzău 47; 18) Marglobe

Complexitatea caracterului masa fructului este determinată de implicarea mai multor gene care, prin interacțiunea cu factorii de mediu la diferite etape de dezvoltare a plantei, asigură o capacitate înaltă de variație a caracterului.

Datele obținute au demonstrat deosebiri esențiale ale genotipurilor conform masei medii a fructului. Au fost puse în evidență 7 forme cu fructe mari: Santa Maria, Pontina, Kristina, Florina, L 11, L 66 și L 713 (tab. 1).

Limitele de variație a caracterului masa fructului au fost 10,2-35,5, iar coeficientul de variație a constituit 22,0%, ceea ce indică variabilitatea pronunțată a caracterului. În cercetările noastre s-a constatat variabilitatea nesemnificativă a lungimii și lățimii fructului la formele studiate (4-10,8% și 3,8-14,3%, corespunzător). Majoritatea mostrelor au înregistrat un coeficient de variație ce nu a depășit 10% (tab. 1). Variabilitatea medie a plantelor evaluate a constituit 7,4% pentru lungimea fructului și 9,5% pentru lățimea fructului, ceea ce permite calificarea acestor caractere ca fiind cu heterogenitate joasă, astfel confirmându-se controlul genetic pronunțat al acestora.

Formele evaluate s-au deosebit esențial în baza grosimii pericarpului, valorile obținute oscilând în limitele 3,3-9,5 mm. Calculul coeficientului de variație a demonstrat o variabilitate pronunțată a caracterului evaluat – 23,8%.

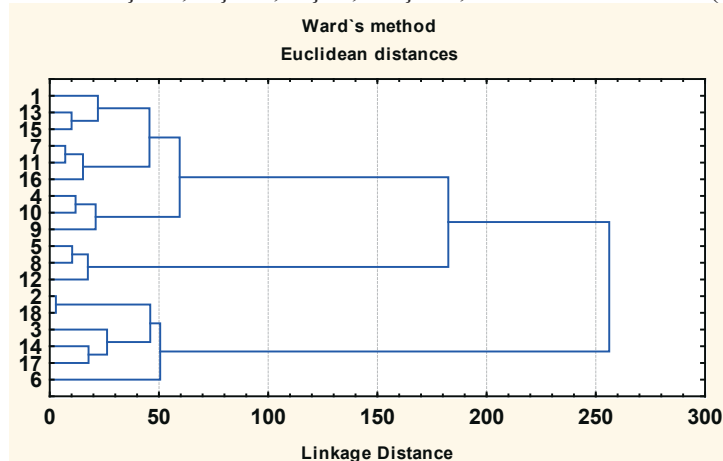
Datele obținute au demonstrat un interval larg al variabilității grosimii mezocarpului la mostrele analizate: 9,5-24,3%, media parametrului constituind 15,4%, ceea ce indică o variabilitate medie a lotului în studiu la acest caracter.

**Tabelul 1.** Variabilitatea fenotipică a unor caractere ale fructului de tomate cu creștere determinată

| Varianta | Masa fructului, g |           | Lungimea fructului, mm |          | Lățimea fructului, mm |          | Grosimea pericarpului, mm |           | Grosimea mezocarpului, mm |           | Numărul de loje   |           |
|----------|-------------------|-----------|------------------------|----------|-----------------------|----------|---------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-------------------|-----------|
|          | $\bar{x} \pm m_x$ | V, %      | $\bar{x} \pm m_x$      | V, %     | $\bar{x} \pm m_x$     | V, %     | $\bar{x} \pm m_x$         | V, %      | $\bar{x} \pm m_x$         | V, %      | $\bar{x} \pm m_x$ | V, %      |
| 1        | 122,9±8,78        | 31,9      | 50,1±4,19              | 8,4      | 67,4±2,15             | 14,3     | 4,5±0,29                  | 29,3      | 50,1±1,87                 | 16,7      | 5,6±0,28          | 22,0      |
| 2        | 46,4±1,76         | 16,5      | 45,5±0,64              | 6,3      | 43,1±0,76             | 7,9      | 6,2±0,32                  | 22,1      | 27,2±1,13                 | 18,5      | 2,1±0,07          | 14,7      |
| 3        | 57,7±2,83         | 22,0      | 66,6±1,61              | 10,8     | 39,2±0,62             | 7,0      | 4,8±2,30                  | 28,1      | 25,5±0,77                 | 13,5      | 2,9±0,11          | 17,2      |
| 4        | 88,1±7,81         | 35,5      | 69,1±1,47              | 8,6      | 48,5±2,09             | 17,3     | 4,7±0,33                  | 25,2      | 36,0±2,42                 | 24,3      | 3,2±0,15          | 17,6      |
| 5        | 142,0±9,62        | 30,3      | 58,9±1,01              | 7,7      | 65,6±1,69             | 11,6     | 6,3±0,36                  | 25,8      | 55,5±3,71                 | 22,1      | 4,2±0,20          | 21,3      |
| 6        | 51,9±2,11         | 18,2      | 44,4±0,68              | 6,9      | 44,7±0,70             | 7,0      | 5,5±0,39                  | 23,7      | 63,1±1,54                 | 10,9      | 2,6±0,13          | 23,0      |
| 7        | 86,3±4,46         | 23,1      | 50,9±0,99              | 7,5      | 56,5±1,17             | 9,3      | 5,2±0,33                  | 28,3      | 41,4±0,96                 | 10,4      | 3,0±0,09          | 13,4      |
| 8        | 149±8,02          | 23,9      | 62,6±1,20              | 8,6      | 69,7±1,38             | 8,8      | 6,9±0,39                  | 25,2      | 53,0±1,46                 | 12,3      | 4,4±0,20          | 20,1      |
| 9        | 160,4±4,35        | 18,3      | 65,0±1,19              | 8,2      | 56,9±1,04             | 8,2      | 7,7±0,36                  | 20,9      | 36,9±1,32                 | 16,0      | 3,1±0,11          | 16,7      |
| 10       | 93,7±3,31         | 15,8      | 68,9±1,38              | 9,0      | 52,1±0,86             | 7,3      | 9,5±0,42                  | 19,8      | 27,5±1,11                 | 18,1      | 2,3±0,13          | 24,8      |
| 11       | 93,2±5,33         | 23,6      | 51,8±1,08              | 9,3      | 55,6±1,50             | 12,1     | 6,3±0,22                  | 15,5      | 41,2±1,47                 | 16,0      | 2,8±0,12          | 18,7      |
| 12       | 160,8±10,41       | 26,7      | 59,5±0,88              | 6,6      | 70,4±1,92             | 12,2     | 5,6±0,31                  | 24,9      | 52,2±1,80                 | 15,4      | 4,9±0,20          | 18,0      |
| 13       | 106,5±6,59        | 24,0      | 54,2±0,75              | 5,8      | 60,7±1,56             | 10,9     | 6,3±0,27                  | 17,7      | 47,2±1,09                 | 9,5       | 3,1±0,17          | 22,3      |
| 14       | 81,6±3,32         | 16,8      | 56,7±0,96              | 7,6      | 51,8±0,63             | 5,4      | 8,1±0,35                  | 19,2      | 32,8±0,94                 | 12,8      | 2,1±0,07          | 14,7      |
| 15       | 104,7±4,99        | 21,3      | 45, ±0,64              | 6,3      | 62,8±1,31             | 9,3      | 5,8±0,25                  | 15,4      | 50,7±1,75                 | 12,4      | 4,3±0,21          | 17,4      |
| 16       | 89,8±4,0          | 18,9      | 46,4±0,67              | 6,1      | 61,3±1,45             | 10,1     | 3,3±0,33                  | 39,3      | 50,9±1,57                 | 12,4      | 6,4±0,34          | 21,2      |
| 17       | 64,8±1,97         | 13,6      | 53,2±0,61              | 5,1      | 48,5±0,79             | 7,3      | 6,9±0,45                  | 29,7      | 29,7±0,95                 | 14,4      | 2,3±0,13          | 24,8      |
| 18       | 48,8±1,11         | 10,2      | 44,4±0,39              | 4,0      | 43,9±0,37             | 3,8      | 6,3±0,22                  | 18,6      | 27,9±1,24                 | 19,9      | 2,2±0,08          | 17,0      |
| Media    |                   | 22,0±1,48 |                        | 7,3±0,37 |                       | 9,5±0,74 |                           | 23,8±1,33 |                           | 15,4±0,91 |                   | 19,1±0,77 |

În ceea ce privește numărul de loje seminale în fruct, la majoritatea soiurilor s-au constatat câte 2-3 sau 5-8, cu așezare regulată, media coeficientului de variație a caracterului fiind de 19,1%.

Prin construirea dendrogramelor de repartire a formelor, ca indici de clasificare servind masa fructului, lungimea și lățimea fructului, grosimea pericarpului, grosimea mezocarpului și numărul de loje seminale, s-a constatat separarea genotipurilor în două grupe bine distincte. Cea mai înaltă similitudine a fost înregistrată la formele 2 și 18, 7 și 11, 5 și 8, 13 și 15, în ordine crescândă (fig. 3).



**Figura 3.** Gradul de similitudine a soiurilor și liniilor de tomate în baza caracterelor fructului Santa Maria; 2) Roma; 3) Luci; 4) Alex; 5) Pontina; 6) Flacăra; 7) Kristina; 8) Florina; 9) Măriuca; 10) Darsirius; 11) L 10; 12) L 11; 13) L 66; 14) L 71; 15) L 713; 16) L 714; 17) Buzău 47; 18) Marglobe

Analiza clusteriană prin metoda centroidă a k-mediilor a stabilit că grupele de genotipuri, separate în 3 clustere, s-au deosebit după nivelul și variabilitatea caracterelor cercetate (fig. 4). Clusterul nr. 1 a fost constituit din genotipurile 1, 5, 8, 12; clusterul nr. 2 – din genotipurile 4, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16; clusterul nr. 3 – din genotipurile 2, 3, 6, 17, 18.

Formele din clusterul nr.1 au înregistrat cele mai înalte valori ale caracterelor evaluate, ele fiind formele care prezintă interes în crearea soiurilor cu fructe mari.

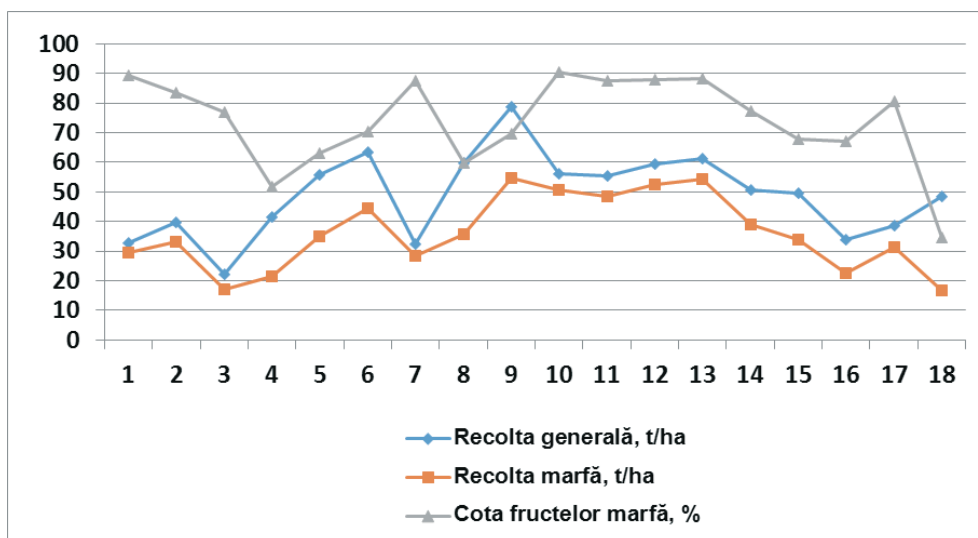


**Figura 4.** Analiza clusteriană (k-medii) a repartției soiurilor în baza caracterelor fructului

Testarea soiurilor de tomate a permis constatarea unei variabilități semnificative a productivității, care depinde atât de genotip, cât și de condițiile climatice. Productivitatea soiurilor determinate studiate în anul 2018 a variat între 22,0 t/ha (Alex) și 78,6 t/ha (Darsirius) (fig. 5).

O productivitate sporită în comparație cu soiul martor, a cărui recoltă medie a fost de 32,9 t/ha, s-a înregistrat la genotipurile Darsirius (78,6 t/ha), Kristina (63,4 t/ha), L 71 (61,4 t/ha), Măriuca (59,7 t/ha), L 66 (59,4 t/ha), L 10 (56,0 t/ha), Flacăra (55,7 t/ha) și L 15 (50,6 t/ha). Producția marfă la soiurile luate în studiu s-a dovedit a fi destul de înaltă și a variat între 34,3% (Marglobe) și 90,4 % (L 10).





**Figura 5.** Caracteristica formelor de tomate cu creștere determinată în baza productivității Santa Maria; 2) Roma; 3) Luci; 4) Alex; 5) Pontina; 6) Flacăra; 7) Kristina; 8) Florina; 9) Măriuca; 10) Darsirius; 11) L 10; 12) L 11; 13) L 66; 14) L 71; 15) L 713; 16) L 714; 17) Buzău 47; 18) Marglobe

## CONCLUZII

Analiza clusteriană a demonstrat că genotipurile, grupate în 3 clustere, se deosebesc în baza caracterelor masa fructului, lungimea fructului, diametrul fructului, grosimea mezocarpului, grosimea pericarpului și numărul de loje seminale.

Analiza caracterelor utile ale formelor studiate din colecție a evidențiat o variabilitate înaltă în ceea ce privește durata perioadelor interfazice, forma tufei, fructului, productivitatea generală, cota fructelor marfă etc., ceea ce permite selectarea și recomandarea celor mai valoroase forme pentru hibridare și pentru obținerea soiurilor și hibridurilor noi cu diferită destinație.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. HOLLAND, J. (2001). Epistasis and plant breeding. In: Plant breeding reviews, vol. 21, pp. 27-92. ISSN 0730-2207.
2. MIHNEA, N. (2012). The fenotipic variability of valuable characters of tomato fruit. In: Oltenia Journal for Studies in Natural Sciences, vol. 28(1), pp. 11-13. ISSN 1454-6914.
3. MOHAMED, S., ALI, E., MOHAMED, T. (2012). Study of Heritability and Genetic Variability among Different Plant and Fruit Characters of Tomato (*Solanum lycopersicon* L.). In: International Journal of Scientific & Technology Research, vol. 1(2), pp. 55-58. ISSN 2277-8616.
4. MOHANTY, B. (2002). Studies on variability, heritability interrelationship and path analysis in tomato. In: Annals of agricultural research, vol. 2(1), pp. 65-69. ISSN 0970-3179.
5. NADARAJAN, N., GUNASEKARAN, L. (2005). Quantitative genetics and biometrical techniques in plant breeding. Ludhiana: Kalyani Publishers. 258 p. ISBN 9788126142996.
6. SAVARY, S. et al. (2010). Use of Categorical Information and Correspondence Analysis in Plant Disease Epidemiology. In: Advances in Botanical Research, vol. 54, pp. 190-198. ISSN 0065-2296.
7. UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) (2011). Tomato: Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Geneva. 69 p.

Data prezentării articolului: 22.03.19

Data acceptării articolului: 03.05.2019

УДК 634.721+634.726]:631.527

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИТРОЗОМЕТИЛМОЧЕВИНЫ И НИТРОЗОЭТИЛМОЧЕВИНЫ ПРИ СОЗДАНИИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СМОРОДИНЫ И КРЫЖОВНИКА

**Игорь БУЧЕНКОВ***Белорусский государственный университет  
Международный государственный  
экологический институт им. А. Д. Сахарова БГУ, Минск, Республика Беларусь*

**Abstract.** The possibility of using nitrosomethylurea (NMU) and nitrosoethylurea (NEU) in the selection of currants and gooseberries was studied. It was found that NEU solutions have higher mutating effect as compared to the NMU solution. The 0.5% and 1% solutions of NMU and NEU are considered to be the sublethal and lethal doses, respectively. A greater percentage of the development of the mutant forms with economically valuable traits was observed during processing of the apical buds of plants with 0.005% solutions of NEU and 0.01% solutions of NMU with an exposure time of 12 hours. The following cultivars of black currants are characterized by higher mutability: Pamyati Vavilova (4.38%), Minaj Shmyryov (4.26%), while the cultivars Cerera (0.84%) and Katyusha (0.78%) have lower mutability. Red currant cultivar Rannyaya Sladkaya (12.11%) is characterized by higher mutability as compared to the cultivar Mechta (10.62%). Gooseberry cultivars with higher mutability are Rozovyy 2 (14.88%), Malachite (13.66%), while the cultivars Yarovoj (2.63%) and Mashenka (0.63%) have the lowest mutability. A pool of 57 types of black currant with different forms of morphosis and mutations was developed, including 53 types of red currant, 66 types of gooseberries. The following number of cultivars surpassing the original parent varieties for complex traits were selected: 4 types of black currants, 2 of red currant, and 3 types of gooseberries.

**Key words:** Currant; Gooseberry; Nitrosomethylurea; Nitrosoethylurea; Selection; Mutagen; Phenotype.

**Реферат.** Изучена возможность использования нитрозометилмочевина (НММ) и нитрозоэтилмочевина (НЭМ) в селекции смородины и крыжовника. Установлено, что растворы НЭМ обладают большим мутабилизирующим эффектом в сравнении с НММ. Сублетальными дозами НЭМ и НММ являются 0,5% растворы, а летальными – 1% растворы. Больший процент развития мутантных форм с хозяйственно ценными признаками наблюдается при обработке верхушечных почек растений 0,005% растворами НЭМ и 0,01% растворами НММ при экспозиции 12 часов. Большей мутабельностью у смородины черной характеризуются сорта Памяти Вавилова (4,38%), Минай Шмырев (4,26%), меньшей – Церера (0,84%), Катюша (0,78%). У смородины красной большей мутабельностью характеризуется сорт Ранняя сладкая (12,11%), меньшей – Мечта (10,62%). У крыжовника большей мутабельностью характеризуются сорта Розовый 2 (14,88%), Малахит (13,66%), меньшей – Яровой (2,63%) и Машенка (0,63%). Получен фонд из 57 форм смородины черной с различными типами хозяйственно ценных морфозов и мутаций, 53 – смородины красной, 66 – крыжовника, из которых отобрано 4 формы смородины черной, 2 – смородины красной и 3 – крыжовника, превосходящие исходные родительские сорта по комплексу признаков.

**Ключевые слова:** Смородина; Крыжовник; Нитрозометилмочевина; Нитрозоэтилмочевина; Селекция; Мутаген; Фенотип.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время по вопросу мутационной изменчивости представителей семейства *Grossulariaceae* Dumort. накоплен обширный фактический материал, полученный как в нашей стране, так и за ее пределами (Bauer, R. 1957; Эглите, М.А. 1971; Grober, K. 1967; Nybom, N., Koch, A. 1965; Равкин, А.С. 1972). Однако первые эксперименты по получению соматических мутаций химическими мутагенами не дали эффективных результатов. Сказалась специфическая реакция растений на обработку химическими соединениями (Равкин, А.С. 1981).

Дальнейшее расширение экспериментальных исследований по индуцированному химическому мутагенезу смородины черной, смородины красной и крыжовника базировалось на учете специфических особенностей развития самой культуры, изучении полученных морфозов, учете частоты и спектра всех наследуемых изменений. Вместе с тем, способность смородины и крыжовника к вегетативному размножению дала возможность закрепить полученные наследственные соматические и почковые мутации в последующих вегетативных поколениях (Потапов, С.П. 1977; Рапопорт, И.А. 1992; Сальникова, Т.В. 1983).

В Беларуси исследования по использованию химических мутагенов в создании исходного селекционного материала смородины и крыжовника находятся на начальном этапе выяснения эффективности мутагенов, доз, экспозиций воздействия, мутабельности сортов и характера изменчивости признаков. Начиная с 1976 по 1980 гг. Г.А Бавтуто на основе радиационного и химического мутагенеза получены мутантные формы смородины черной с отклонениями в морфологии ли-

ста, побега, диаметра плодов, времени их созревания, урожайности, иммунности, зимостойкости, силе роста, степени самоплодности (Бавтуто, Г.А. 1980).

При изучении влияния того или иного вида мутагена на рост и развитие растений любой сельскохозяйственной культуры первостепенное значение приобретают доза и продолжительность экспозиции обрабатываемого объекта. Кроме того, при использовании мутагенов в селекционной работе необходимо учитывать и то, что разные семейства, роды, виды и отдельные сорта одного и того же вида проявляют четко выраженную неодинаковую чувствительность, как к типам воздействующих мутагенных факторов, так и к их дозам. Это проявляется в разной степени выживаемости растений, неодинаковой частоте возникновения индуцированных мутаций и в различии спектров мутаций (Ауэрбах, Ш. 1978; Рапопорт, И.А. 1978; Стрельчук, С.И. 1981; Зоз, Н.Н. 1968).

Установлено, что по мере увеличения концентрации мутагена до определенного уровня возрастает и частота жизнеспособных мутаций, а затем происходит ее снижение. Возникшие изменения, произошедшие в результате обработки мутагенами сверх оптимальной нормы, вызывают гибель растений. Следовательно, в селекционной работе использование высоких концентраций мутагенов нецелесообразно, однако концентрации мутагенов не должны быть и слишком низкими, иначе воздействие мутагена будет малоэффективным. В этой связи при создании исходного материала для селекции той или иной сельскохозяйственной культуры с использованием индуцированного мутагенеза концентрации мутагенов целесообразно уточнять для каждого конкретного сорта на основе предварительных исследований (Рапопорт, И.А., Шигаева, М.Х., Ахматуллина, Н.Б. 1980).

Построение дозовой кривой, основанной на обработке растений или их отдельных органов различными концентрациями того или иного вида мутагена – это первый этап определения возможности использования конкретного мутагена при создании мутантных форм растений.

В почвенно-климатических условиях Беларуси достаточно глубоких исследований возможности использования индуцированного химического мутагенеза в селекции смородины черной, смородины красной и крыжовника не проводилось. Практически ни для одного вида мутагена на базе сортов данных культур не установлены оптимальные, летальные и сублетальные концентрации.

В этой связи целью настоящих исследований являлось изучение влияния дозовых концентраций мутагенов – нитрозометилмочевины и нитрозоэтилмочевины на рост и развитие растений сортов смородины черной, смородины красной и крыжовника, а также изучение и отбор полученных форм для дальнейшей селекции.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с 1998 по 2009 гг. на агробиологической станции БГПУ им. М. Танка, а с 2009 по 2017 гг. на опытном поле ПолесГУ.

Объектами исследования стали сорта смородины черной Памяти Вавилова, Минай Шмырев, Кантата 50, Церера (агробиостанция БГПУ им. М. Танка); Катюша, Санюта, Клуссоновская (опытное поле ПолесГУ); сорта смородины красной - Ранняя сладкая, Мечта, Серпантин (опытное поле ПолесГУ); сорта крыжовника – Розовый 2, Машека (агробиостанция БГПУ им. М.Танка); Малахит, Северный капитан, Яровой (опытное поле ПолесГУ).

Верхушечные почки, выше указанных сортов, обрабатывали нитрозометилмочевиной (НММ) и нитрозоэтилмочевиной (НЭМ) в концентрациях 0,001; 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1% при экспозициях 6, 12, 24 часа. При обработке верхушечные почки побегов указанных сортов помещали в желатиновые капсулы с водными растворами мутагенов соответствующих концентраций. В каждом варианте, по каждому сорту обрабатывали 30 почек. После определенной экспозиции воздействия почки промывали в воде. На следующий год, выросшие из обработанных почек побеги отчеренковывали и укореняли. Почки в контрольных вариантах обрабатывали водой в желатиновых капсулах.

Критерием определения чувствительности различных сортов являлся показатель количества измененных растений, выращенных из обработанных химическими мутагенами почек.

Чувствительность определяли на второй и последующие годы роста укоренившихся черенков.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

За годы исследований обработано 10 080 почек сортов смородины черной, выращено 95 растений с различными типами морфозов и мутаций, в том числе 57 форм с хозяйственно-ценными признаками.

В процессе исследований установлено, что частота мутационных изменений зависит от исходного сорта, мутагена, его концентрации и экспозиции воздействия и в среднем составляет у смородины черной – 5,83% (табл. 1).

**Таблица 1. Обобщенные данные влияния химических мутагенов (НЭМ, НММ) на сорта *Ribes nigrum* L.**

| Мутаген | Концентрация, мМ | Экспозиция, час | Распустившихся верхушечных почек |       | Укоренившихся черенков |       | Измененных растений |      | Отобрано форм с хозяйственно-ценными признаками |      |
|---------|------------------|-----------------|----------------------------------|-------|------------------------|-------|---------------------|------|-------------------------------------------------|------|
|         |                  |                 | шт.                              | %     | шт.                    | %     | шт.                 | %    | шт.                                             | %    |
| НММ     | контроль         | 6               | 184                              | 87,62 | 156                    | 74,28 | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 193                              | 91,90 | 170                    | 80,95 | 1                   | 0,48 | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 156                              | 74,29 | 123                    | 58,57 | 3                   | 1,42 | 1                                               | 0,48 |
|         | 0,01             |                 | 112                              | 53,33 | 46                     | 21,90 | 7                   | 3,33 | 6                                               | 2,86 |
|         | 0,05             |                 | 49                               | 23,33 | 32                     | 15,23 | 2                   | 0,95 | 1                                               | 0,48 |
|         | 0,1              |                 | 37                               | 17,61 | 16                     | 7,62  | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | 28                               | 13,33 | 5                      | 2,38  | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | контроль         | 12              | 186                              | 88,57 | 158                    | 75,23 | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 196                              | 93,33 | 175                    | 83,33 | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 161                              | 76,66 | 133                    | 63,33 | 4                   | 1,91 | 2                                               | 0,95 |
|         | 0,01             |                 | 135                              | 64,29 | 58                     | 27,62 | 9                   | 4,29 | 8                                               | 3,81 |
|         | 0,05             |                 | 72                               | 34,29 | 30                     | 14,29 | 2                   | 0,95 | 1                                               | 0,48 |
|         | 0,1              |                 | 51                               | 24,28 | 28                     | 13,33 | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | 37                               | 17,62 | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | контроль         | 24              | 182                              | 86,66 | 149                    | 70,95 | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 186                              | 88,57 | 168                    | 80,00 | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 151                              | 71,90 | 122                    | 58,10 | 3                   | 1,43 | 1                                               | 0,48 |
|         | 0,01             |                 | 107                              | 50,95 | 65                     | 30,95 | 7                   | 3,33 | 4                                               | 1,90 |
|         | 0,05             |                 | 44                               | 20,95 | 28                     | 13,33 | 4                   | 1,90 | 1                                               | 0,48 |
|         | 0,1              |                 | 35                               | 16,66 | 14                     | 6,66  | 1                   | 0,48 | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | 23                               | 10,95 | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
| НЭМ     | контроль         | 6               | 191                              | 90,95 | 161                    | 76,66 | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 196                              | 93,33 | 168                    | 80,00 | 2                   | 0,95 | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 135                              | 64,29 | 53                     | 25,23 | 8                   | 3,81 | 6                                               | 2,86 |
|         | 0,01             |                 | 91                               | 43,33 | 37                     | 17,62 | 4                   | 1,90 | 2                                               | 0,95 |
|         | 0,05             |                 | 60                               | 28,57 | 30                     | 14,29 | 2                   | 0,95 | -                                               | -    |
|         | 0,1              |                 | 32                               | 15,24 | 16                     | 7,62  | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | 18                               | 8,57  | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | контроль         | 12              | 196                              | 93,33 | 163                    | 77,62 | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 203                              | 96,66 | 191                    | 90,95 | 4                   | 1,90 | 3                                               | 1,43 |
|         | 0,005            |                 | 139                              | 66,19 | 56                     | 26,66 | 11                  | 5,24 | 9                                               | 4,26 |
|         | 0,01             |                 | 112                              | 53,33 | 44                     | 20,95 | 5                   | 2,38 | 4                                               | 1,90 |
|         | 0,05             |                 | 94                               | 44,76 | 30                     | 14,28 | 2                   | 0,95 | 1                                               | 0,48 |
|         | 0,1              |                 | 53                               | 25,23 | 18                     | 8,57  | 1                   | 0,48 | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | 28                               | 13,33 | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | контроль         | 24              | 186                              | 88,57 | 170                    | 80,95 | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 193                              | 91,90 | 172                    | 81,90 | 2                   | 0,95 | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 119                              | 56,66 | 56                     | 26,66 | 7                   | 3,33 | 6                                               | 2,86 |
|         | 0,01             |                 | 91                               | 43,33 | 35                     | 16,66 | 3                   | 1,43 | 1                                               | 0,48 |
|         | 0,05             |                 | 58                               | 27,62 | 18                     | 8,57  | 1                   | 0,48 | -                                               | -    |
|         | 0,1              |                 | 32                               | 15,24 | 7                      | 3,33  | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | 18                               | 8,57  | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -    | -                                               | -    |



Изучение влияния химических мутагенов на сорта смородины черной показало, что с целью получения хозяйственно ценных форм оптимальными концентрациями растворов мутагенов для обработки сортов являются варианты с 0,005% НЭМ и 0,01% НММ при экспозиции 12 часов. При использовании более высоких концентраций мутагенов не происходит развитие побегов из верхушечных почек вследствие их усыхания. Сублетальными дозами НЭМ и НММ являются 0,5% растворы, а летальными – 1% растворы.

Установлено, что большей мутабельностью характеризуются сорта Памяти Вавилова (4,38%), Минай Шмырев (4,26%), Санюта (4,12%), Кантата 50 (3,87%), Клуссоновская (3,15%), меньшей – Церера (0,84%), Катюша (0,78%).

Наши исследования также показали, что химические мутагены индуцируют у смородины черной большое количество наследственных изменений, преобладающая часть которых не связана с хозяйственно-ценными признаками.

Наиболее ценными для селекционных целей новообразованиями у смородины черной являются: высокорослость, укороченные междоузлия, длинная кисть, штамбовый габитус куста, более крупные плоды, улучшение вкуса плодов, повышение устойчивости к заболеваниям. Однако частота желательных для практической селекции мутаций очень мала. Часто желательные признаки в полученной форме сочетаются со снижением фертильности, что фенотипически проявляется более мелкими ягодами, уменьшением их количества, сильным опадением завязей и плодов. В целом, в наших исследованиях отобрано только 4 формы, которые превосходят исходные сорта по комплексу признаков.

Изучение полученных и отобранных форм по различным признакам позволило выделить среди выявленных уклонений макро и микро-мутации. Мутантные формы первой группы резко отличаются от родительских форм по структуре листьев, габитусу куста, характеру роста ветвей. У мутантных форм второй группы основные признаки материнского сорта сохраняются, а небольшие отклонения затрагивают морфологию листа.

Изучали также соматические мутации. При этом использовали фенотипически четко проявляющиеся изменения, связанные с хлорофильной недостаточностью и морфологическим строением листьев (характер зазубренности края листовой пластинки, ее поверхность, расчлененность, размер и форма). Учеты проводили в конце роста побегов.

Большее количество соматических мутаций было индуцировано НЭМ, меньше НММ. НЭМ способствовала появлению в большинстве случаев хлорофильных мутаций, а НММ вызывала обычно сопутствующие друг другу хлорофильные и морфологические мутации.

Изучение соматических мутаций смородины черной проводили с целью установления корреляционных связей мутантного признака, проявляющегося на ранних этапах развития (хлорофильная недостаточность, морфологическое строение листа) с хозяйственно ценными показателями (штамбовый габитус, крупные плоды и т.д.), обычно проявляющимися на поздних этапах развития.

В зависимости от степени изменения листьев все изученные мутантные формы морфологического типа были разделены на три группы:

- 1 – с резко выраженной расчлененностью листьев;
- 2 – с сильной деформацией поверхности листовой пластинки;
- 3 – с измененными размерами листовой пластинки.

Отобранные первоначально измененные формы размножали вегетативно. Результаты учетов во втором и третьем вегетативном поколениях показали связь степени изменения листовой пластинки с другими признаками.

Первой группе растений свойственны слаборослость, граничащая с карликовостью, и поздние сроки прохождения фенофаз. Преобладающему большинству растений этой группы характерна хлорофильная недостаточность. Причем зоны измененной по окраске ткани сосредоточены вдоль крупных жилок.

Вторая группа растений характеризуется пониженной фертильностью пыльцы и хлорофильной недостаточностью, которая проявляется в виде светло-зеленой окраски листьев. Растениям этой группы свойственна пониженная урожайность за счет уменьшения числа соцветий, цветков в соцветии, диаметра ягод.

Третья группа растений не отличается от исходных родительских сортов по силе роста, окраске листьев, но характеризуется повышенной стерильностью пыльцы, уменьшением числа цветков в соцветии, мелкоплодностью.

Таким образом, среди морфологических мутантов выявлена четкая связь характера изменения листовой пластинки с целым комплексом других признаков, в первую очередь урожайностью и габитусом куста.

Изучены также хлорофильные мутантные формы, представленные растениями с измененной окраской листьев, наблюдаемой в течение всего периода вегетации. В отличие от морфологических мутантных форм, имеющих лишь отдельные участки листа с хлорофильной недостаточностью, указанные выше формы характеризуются изменением окраски всей листовой пластинки.

В целом, все выявленные формы с хлорофильными изменениями можно объединить в три группы:

- 1 – одноцветные – желтые, светло-зеленые, зеленовато-желтые;
- 2 – двухцветные – часть листьев на кусте светло-зеленые или желто-зеленые, а остальные обычные;
- 3 – со сменяющейся окраской – зеленая окраска листьев в течение вегетации меняется на бледно-желтовато-зеленую.

Выявление среди групп хлорофильных мутантов корреляционных связей с другими хозяйственно ценными признаками в течение трех вегетативных поколений показало, что первой группе растений характерна слаборослость или штамбовый габитус куста, второй – компактный с приподнятыми ветвями габитус куста, третьей – раскидистая форма куста и отставание в сроках прохождения фенологических фаз развития.

При использовании химического мутагенеза в селекции смородины красной за годы исследований обработано 4320 почек, выращено 95 растений с различными типами морфозов и мутаций, из них 53 формы с хозяйственно ценными признаками (табл. 2).

В процессе исследований установлено, что частота мутационных изменений зависит от исходного сорта, мутагена, его концентрации и экспозиции воздействия. Наибольшей мутабельностью характеризуется сорт Ранняя сладкая (12,11%), меньшей – Мечта (10,62%) и Серпантин (9,40%).

Как и для сортов смородины черной у смородины красной оптимальными концентрациями растворов мутагенов для обработки являются варианты с 0,005% НЭМ и 0,01% НММ при экспозиции 12 часов.

При использовании химического мутагенеза в селекции крыжовника за годы исследований обработано 7200 почек, выращено 150 растений с различными типами морфозов и мутаций, из которых отобрано 66 с хозяйственно-ценными признаками. В процессе исследований установлено, что частота мутационных изменений зависит от исходного сорта, мутагена, его концентрации и экспозиции воздействия (табл. 3).

Изучение влияния химических мутагенов на сорта крыжовника показало, что для получения хозяйственно ценных форм оптимальными концентрациями растворов мутагенов для обработки сортов являются варианты с 0,005% НЭМ и 0,01% НММ при экспозиции 12 часов.

Установлено, что большей мутабельностью характеризуются сорта Розовый 2 (14,88%), Малахит (13,66%), Северный капитан (11,92%), меньшей – Яровой (2,63%) и Машека (0,63%).

## ВЫВОДЫ

В результате изучения возможности использования химического мутагенеза (НЭМ и НММ) в селекции смородины и крыжовника установлено:

Наибольшей мутабельностью обладают растворы НЭМ в сравнении с НММ.

Сублетальными дозами НЭМ и НММ являются 0,5% растворы, а летальными – 1% растворы.

Большой процент развития мутантных форм с хозяйственно ценными признаками наблюдается при обработке верхушечных почек растений 0,005% растворами НЭМ и 0,01% растворами НММ при экспозиции 12 часов.

**Таблица 2.** Обобщенные данные влияния химических мутагенов (НЭМ, НММ) на сорта *Ribes rubrum* L.

| Мутаген | Концентрация, мм | Экспозиция, час | Распустившихся верхушечных почек |       | Укоренившихся черенков |       | Измененных растений |       | Отобрано форм с хозяйственно-ценными признаками |       |
|---------|------------------|-----------------|----------------------------------|-------|------------------------|-------|---------------------|-------|-------------------------------------------------|-------|
|         |                  |                 | шт.                              | %     | шт.                    | %     | шт.                 | %     | шт.                                             | %     |
| НММ     | контроль         | 6               | 73                               | 81,11 | 56                     | 62,22 | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,001            |                 | 76                               | 84,44 | 58                     | 64,44 | 1                   | 1,11  | -                                               | -     |
|         | 0,005            |                 | 69                               | 76,66 | 54                     | 60,00 | 2                   | 2,22  | 1                                               | 1,11  |
|         | 0,01             |                 | 39                               | 43,33 | 8                      | 8,88  | 7                   | 7,77  | 5                                               | 5,55  |
|         | 0,05             |                 | 18                               | 20,00 | 3                      | 1,43  | 1                   | 1,11  | -                                               | -     |
|         | 0,1              |                 | 14                               | 15,55 | 1                      | 1,11  | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,5              |                 | 10                               | 11,11 | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | контроль         | 12              | 76                               | 84,44 | 58                     | 64,44 | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,001            |                 | 78                               | 86,66 | 61                     | 67,77 | 2                   | 2,22  | -                                               | -     |
|         | 0,005            |                 | 39                               | 43,33 | 6                      | 6,66  | 4                   | 4,44  | 2                                               | 2,22  |
|         | 0,01             |                 | 56                               | 62,22 | 12                     | 13,33 | 9                   | 10,00 | 7                                               | 7,77  |
|         | 0,05             |                 | 25                               | 27,77 | 4                      | 4,44  | 2                   | 2,22  | -                                               | -     |
|         | 0,1              |                 | 16                               | 17,77 | 2                      | 2,22  | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,5              |                 | 7                                | 7,77  | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | контроль         | 24              | 72                               | 80,00 | 55                     | 61,11 | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,001            |                 | 74                               | 82,22 | 57                     | 63,33 | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,005            |                 | 20                               | 22,22 | 3                      | 3,33  | 1                   | 1,11  | -                                               | -     |
|         | 0,01             |                 | 36                               | 40,00 | 10                     | 11,11 | 8                   | 8,88  | 6                                               | 6,66  |
|         | 0,05             |                 | 18                               | 20,00 | 3                      | 3,33  | 2                   | 2,22  | -                                               | -     |
|         | 0,1              |                 | 16                               | 17,77 | 1                      | 1,11  | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,5              |                 | 10                               | 11,11 | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
| НЭМ     | контроль         | 6               | 75                               | 83,33 | 58                     | 64,44 | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,001            |                 | 77                               | 85,55 | 62                     | 68,88 | 1                   | 1,11  | -                                               | -     |
|         | 0,005            |                 | 62                               | 68,88 | 14                     | 15,55 | 10                  | 11,11 | 8                                               | 8,88  |
|         | 0,01             |                 | 35                               | 38,88 | 7                      | 7,77  | 5                   | 5,55  | 3                                               | 3,33  |
|         | 0,05             |                 | 23                               | 25,55 | 3                      | 3,33  | 1                   | 1,11  | -                                               | -     |
|         | 0,1              |                 | 11                               | 12,22 | 2                      | 2,22  | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,5              |                 | 6                                | 6,66  | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | контроль         | 12              | 77                               | 85,55 | 62                     | 68,88 | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,001            |                 | 79                               | 87,77 | 64                     | 71,11 | 5                   | 5,55  | -                                               | -     |
|         | 0,005            |                 | 82                               | 91,11 | 14                     | 15,55 | 12                  | 13,33 | 9                                               | 10,00 |
|         | 0,01             |                 | 43                               | 47,77 | 8                      | 8,88  | 6                   | 6,66  | 3                                               | 3,33  |
|         | 0,05             |                 | 28                               | 31,11 | 4                      | 4,44  | 2                   | 2,22  | -                                               | -     |
|         | 0,1              |                 | 10                               | 11,11 | 2                      | 2,22  | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,5              |                 | 5                                | 5,55  | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | контроль         | 24              | 74                               | 82,22 | 56                     | 62,22 | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,001            |                 | 76                               | 84,44 | 59                     | 65,55 | 1                   | 1,11  | -                                               | -     |
|         | 0,005            |                 | 56                               | 62,22 | 13                     | 14,44 | 10                  | 11,11 | 8                                               | 8,88  |
|         | 0,01             |                 | 37                               | 41,11 | 4                      | 4,44  | 2                   | 2,22  | 1                                               | 1,11  |
|         | 0,05             |                 | 23                               | 25,55 | 2                      | 2,22  | 1                   | 1,11  | -                                               | -     |
|         | 0,1              |                 | 12                               | 13,33 | 1                      | 1,11  | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 0,5              |                 | 3                                | 3,33  | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -     |

Таблица 3. Обобщенные данные влияния химических мутагенов (НЭМ, НММ) на *Grossularia reclinata* Mill.

| Мутаген | Концентрация, мм | Экспозиция, час | Распустившихся верхушечных почек |       | Укоренившихся растений |       | Измененных растений |       | Отобрано форм с хозяйственно-ценными признаками |      |
|---------|------------------|-----------------|----------------------------------|-------|------------------------|-------|---------------------|-------|-------------------------------------------------|------|
|         |                  |                 | шт.                              | %     | шт.                    | %     | шт.                 | %     | шт.                                             | %    |
| НММ     | контроль         | 6               | 112                              | 74,66 | 105                    | 70,00 | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 107                              | 71,33 | 68                     | 45,33 | 1                   | 0,60  | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 102                              | 68,00 | 59                     | 39,33 | 3                   | 2,00  | 1                                               | 0,66 |
|         | 0,01             |                 | 96                               | 64,00 | 46                     | 30,66 | 8                   | 5,33  | 5                                               | 3,33 |
|         | 0,05             |                 | 54                               | 36,00 | 27                     | 18,00 | 4                   | 2,66  | 2                                               | 1,33 |
|         | 0,1              |                 | 21                               | 14,00 | 14                     | 9,33  | 2                   | 1,33  | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | 7                                | 4,66  | 4                      | 2,66  | 1                   | 0,66  | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | контроль         | 12              | 111                              | 74,00 | 103                    | 68,66 | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 109                              | 72,66 | 69                     | 46,00 | 2                   | 1,33  | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 105                              | 70,00 | 57                     | 38,00 | 5                   | 3,33  | 2                                               | 1,33 |
|         | 0,01             |                 | 91                               | 60,66 | 43                     | 28,66 | 9                   | 6,00  | 7                                               | 4,66 |
|         | 0,05             |                 | 49                               | 32,66 | 24                     | 16,00 | 4                   | 2,66  | 2                                               | 1,33 |
|         | 0,1              |                 | 18                               | 12,00 | 13                     | 8,66  | 2                   | 1,33  | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | 4                                | 2,66  | 3                      | 2,00  | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | контроль         | 24              | 113                              | 75,33 | 104                    | 69,33 | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 105                              | 70,00 | 67                     | 44,66 | 1                   | 0,60  | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 96                               | 64,00 | 54                     | 36,00 | 4                   | 2,66  | 1                                               | 0,66 |
|         | 0,01             |                 | 83                               | 55,33 | 37                     | 24,66 | 11                  | 7,33  | 5                                               | 3,33 |
|         | 0,05             |                 | 42                               | 28,00 | 21                     | 14,00 | 3                   | 2,00  | 1                                               | 0,66 |
|         | 0,1              |                 | 13                               | 8,66  | 8                      | 5,33  | 1                   | 0,60  |                                                 |      |
|         | 0,5              |                 | 2                                | 1,33  | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
| НЭМ     | контроль         | 6               | 110                              | 73,33 | 106                    | 70,66 | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 104                              | 69,33 | 63                     | 42,00 | 4                   | 2,66  | 1                                               | 0,66 |
|         | 0,005            |                 | 92                               | 61,33 | 51                     | 34,00 | 14                  | 9,33  | 7                                               | 4,66 |
|         | 0,01             |                 | 76                               | 50,66 | 32                     | 21,33 | 6                   | 4,00  | 2                                               | 1,33 |
|         | 0,05             |                 | 37                               | 24,66 | 21                     | 14,00 | 3                   | 2,00  | -                                               | -    |
|         | 0,1              |                 | 11                               | 7,33  | 12                     | 8,00  | 1                   | 0,60  |                                                 |      |
|         | 0,5              |                 | 1                                | 0,66  | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | контроль         | 12              | 112                              | 74,66 | 105                    | 70,00 | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 106                              | 70,66 | 59                     | 39,33 | 3                   | 2,00  | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 87                               | 58,00 | 48                     | 32,00 | 6                   | 4,00  | 3                                               | 2,00 |
|         | 0,01             |                 | 68                               | 45,33 | 29                     | 19,33 | 16                  | 10,66 | 9                                               | 6,00 |
|         | 0,05             |                 | 29                               | 19,33 | 16                     | 10,66 | 5                   | 3,33  | 2                                               | 1,33 |
|         | 0,1              |                 | 9                                | 6,00  | 9                      | 6,00  | 2                   | 1,33  | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | контроль         | 24              | 111                              | 74,00 | 107                    | 71,33 | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 0,001            |                 | 103                              | 68,66 | 53                     | 35,33 | 2                   | 1,33  | -                                               | -    |
|         | 0,005            |                 | 83                               | 55,33 | 42                     | 28,00 | 6                   | 4,00  | 2                                               | 1,33 |
|         | 0,01             |                 | 62                               | 41,33 | 26                     | 17,33 | 18                  | 12,00 | 7                                               | 4,66 |
|         | 0,05             |                 | 22                               | 14,66 | 12                     | 8,00  | 3                   | 2,00  | 1                                               | 0,66 |
|         | 0,1              |                 | 3                                | 2,00  | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 0,5              |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |
|         | 1                |                 | -                                | -     | -                      | -     | -                   | -     | -                                               | -    |

Большей мутабельностью у смородины черной характеризуются сорта Памяти Вавилова



(4,38%), Минай Шмырев (4,26%), Санюта (4,12%), Кантата 50 (3,87%), Клуссоновская (3,15%), меньшей – Церера (0,84%), Катюша (0,78%); у смородины красной большей мутабельностью характеризуется сорт Ранняя сладкая (12,11%), меньшей – Мечта (10,62%) и Серпантин (9,40%); у крыжовника большей мутабельностью характеризуются сорта Розовый 2 (14,88%), Малахит (13,66%), Северный капитан (11,92%), меньшей – Яровой (2,63%) и Машека (0,63%).

Получен фонд из 57 форм смородины черной с различными типами морфозов и мутаций, 53 – смородины красной, 66 – крыжовника, из которых отобрано 4 формы смородины черной, 2 – смородины красной и 3 – крыжовника, превосходящие исходные родительские сорта по комплексу признаков.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АУЭРБАХ, Ш. (1978) Проблемы мутагенеза. Москва: Мир. 458 с.
2. БАВТУТО, Г.А. (1980) Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной аллополиплоидии и мутагенеза: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тарту. 49 с.
3. ЗОЗ, Н.Н. (1968) Методика исследования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур. В: Мутационная селекция. Москва: Наука, с. 217-230.
4. ПОТАПОВ, С.П. (1977) Химический мутагенез в селекции черной смородины. В: Индуцированный мутагенез в селекции садовых растений. Москва: Изд-во МГУ, с. 131-141.
5. РАВКИН, А.С. (1972) Типы индуцированных химер черной смородины и некоторые особенности их формирования. В: Плодоводство и ягодоводство нечерноземной полосы. Москва: НИЗИСНП, с. 322-331.
6. РАВКИН, А.С. (1981) Действие ионизирующих излучений и химических мутагенов на вегетативно размножаемые растения. Москва: Наука. 192 с.
7. РАПОПОРТ, И.А. (1978) Генетические ресурсы доминантности в химическом мутагенезе и их селекционное значение. В: Химический мутагенез и гибридизация. Москва: Наука, с. 3-33.
8. РАПОПОРТ, И.А. (1992) Явление химического мутагенеза и его генетическое изучение. В: Природа, № 3, с. 103-106.
9. РАПОПОРТ, И.А., ШИГАЕВА, М.Х., АХМАТУЛЛИНА, Н.Б. (1980) Химический мутагенез проблемы и перспективы. Алма-Ата. 320 с.
10. САЛЬНИКОВА, Т.В. (1983) Факторы, влияющие на спектр и типы мутантов при химическом мутагенезе. В: Химический мутагенез и качество сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. Москва: Наука, с. 38-51.
11. СТРЕЛЬЧУК, С.И. (1981) Основы экспериментального мутагенеза. Киев: Вища школа. 216 с.
12. ЭГЛИТЕ, М.А. (1971) Влияние N-нитрозоэтилмочевина на черную смородину в год обработки. В: Химический мутагенез и селекция. Москва: Наука, с. 379-388.
13. BAUER, R. (1957) The induction of vegetative mutations in *Ribes nigrum*. In: Hereditas, nr. 2, pp. 323-337. ISSN 1601-5223.
14. GROBER, K. (1967) Some results of mutation experiments an apples and black currants. In: Induced mutations and their utilization. Bonn, pp. 377-382.
15. NYBOM, N., KOCH, A. (1965) Induced mutations and breeding methods in vegetatively propagated plants. In: Radiation Botany, nr. 4, pp. 661-678. ISSN 0033-7560.

Data prezentării articolului: 22.02.2019

Data acceptării articolului: 27.03.2019

УДК 634.8.03:631.532.2.02:631.811.98

## ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РЕГЕНЕРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ВИНОГРАДА

*Елена ГИНДА**ГООУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»*

**Abstract:** The article presents the results of studies on the regenerative processes in grape cuttings (Leana and Starter varieties), grafted manually on the phylloxera-resistant rootstock Riparia x Rupestris 101-14 and treated with growth regulators. The field experience was located in a grape seedling nursery. The grafting components were treated with two growth regulators: heteroauxin used at a concentration of 0.02 mg/l, and mycephyt in three concentrations - 1, 10 and 100 mg/l. Heteroauxin and mycephyt have a positive influence on the processes of callus formation in grape grafts during stratification and a prolonged effect on the growth and development of the grafted cuttings in the nursery. It was revealed that the plant growth regulators affected the yield of grafts with opened and unopened buds and the grafts with root protuberances after stratification and until their planting in the seedling nursery, as well as affected the output of grafted vine planting stock.

**Key words:** Grapevine; Grafting; Growth regulators; Heteroauxin; Callusing; Planting material.

**Реферат.** В статье представлены результаты исследований по изучению регенерационных процессов у черенков винограда сортов Ляна и Стартовый, привитых ручным способом на филлоксероустойчивом подвое Рипария х Рупестрис 101-14 при обработке их регуляторами роста. Полевой опыт размещали на школке виноградных саженцев. Для обработки прививаемых компонентов использовали регуляторы роста гетероауксин в концентрации 0,02 мг/л и мицефит в трех концентрациях – 1, 10 и 100 мг/л. Установлено положительное влияние гетероауксина и мицефита на процессы каллусообразования у прививок в период стратификации и пролонгированное действие на процессы роста и развития привитых черенков в школке. Выявлено влияние регуляторов роста на выход прививок с распустившимся и нераспустившимся глазком, с корневыми бугорками после стратификации и перед посадкой в школку, выход привитого посадочного материала винограда.

**Ключевые слова:** Виноград; Прививка; Регуляторы роста; Гетероауксин; Каллусообразование; Саженцы.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия наблюдается тенденция к увеличению площадей под виноградными насаждениями в Приднестровском регионе. Для этого необходимо выращивать высококачественный посадочный материал. В настоящее время для активизации каллусообразования у черенков используются различные приемы: подгонка подвоя при повышенной температуре и влажности воздуха (Малтабар, Л. и др. 2009), замачивание подвойных черенков в растворах различных регуляторов роста, витаминов, ферментов перед прививкой (Вильчинский, В. и др. 2001; Мельник, Н. 2004; Радчевский, П. 2015; Радчевский, П. 2017; Радчевский, П. 2018).

Ассортимент регуляторов роста постоянно пополняется, в связи с чем возникает необходимость изучения их влияния на аффинитет привоя с подвоем, развитие глазка привоя и корневых зачатков в период стратификации, выход стандартного привитого посадочного материала. Целью наших исследований было изучение влияния обработки апикальной и базальной частей прививок винограда гетероауксином и мицефитом на протекающие регенерационные процессы.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть исследований выполнена в прививочном комплексе ГУП сельхоз с. Гиска Приднестровского региона в период с 2004 по 2006 гг. Полевой опыт размещали на школке виноградных саженцев. Схема посадки прививок в виноградной школке 1,2 x 0,07 м, глубина посадки 20 см.

Объектами исследований служили сорта винограда Ляна и Стартовый, филлоксероустойчивый сорт подвоя Рипария х Рупестрис 101-14.

Для обработки прививаемых компонентов использовали регуляторы роста гетероауксин в концентрации 0,02 мг/л и мицефит в концентрациях – 1, 10 и 100 мг/л. Обработывали апикальную и базальную части прививки, выполненной ручным способом. Готовые прививки помещали базальными и апикальными концами в растворы гетероауксина и мицефита. Экспозиция соста-

вила 1 мин. Затем прививки парафинировали их на 2/3 длины при температуре парафина около 90°C, связывали в пучки и укладывали в стратификационные ящики, чередуя ряд прививок и слой опилок из хвойных пород. Продолжительность стратификации 21 день. После окончания стратификации учитывали количество прививок с развившимся и неразвившимся глазком привоя, с зачатками корней и с образованием кругового каллуса в месте спайки привоя с подвоем.

Математическая обработка данных проводилась с помощью программы Excel пакета Office корпорации Microsoft.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Внешним признаком начала ростовых процессов при размножении винограда прививкой является каллусообразование в месте соединения привоя с подвоем и появление зачатков корней на базальной части прививок. Как показали наши исследования, гетероауксин и мицефит оказали влияние на срастаемость прививаемых компонентов винограда.

Количество прививок сорта столового направления Ляна с корнями и корневыми бугорками было на 50% выше при обработке гетероауксином апикальной части в сравнении с контрольным вариантом, а количество прививок с неразвившимся глазком привоя - на 82% (рис. 1).



**Рисунок 1.** Выход прививок после стратификации при обработке регуляторами роста апикальной части прививки, сорт Ляна

Обработка апикальной части прививки регулятором роста мицефит в концентрациях 1 и 10 мг/л увеличивали выход прививок с корнями и корневыми бугорками на 54 и 50%, а количество прививок с круговым каллусом и неразвившимся глазком привоя на 141 и 94%, соответственно. Увеличение концентрации мицефита до 100 мг/л оказало ингибирующее действие на развитие корней глазков привоя, что привело к снижению количества прививок с корнями и развившимся глазком на 46 и 30% по сравнению с контрольным вариантом, соответственно.

Установлено, что кратковременное погружение базальной части черенков подвоя в раствор гетероауксина, приводило к ингибированию развития глазка у сорта Ляна в период стратификации, улучшению каллусообразования и активизации ризогенеза на базальной части привитого черенка. Такая же тенденция наблюдалась и при применении мицефита в концентрации 10 мг/л. Мицефит в концентрациях 1 и 100 мг/л повышал степень корнеобразования, количество прививок с неразвившимся глазком привоя и снижал количество прививок с развившимся глазком привоя (рис. 2).

На сорте Стартовый при обработке апикальной части готовых прививок максимальный выход прививок с корневыми бугорками в период стратификации отмечен в варианте применения мицефита в концентрации 10 мг/л (рис. 3).

Использование гетероауксина при обработке апикальной части прививки ингибировало рас-

пускание глазков привоя на 60% по сравнению с контрольным вариантом, а количество прививок с неразвившимся глазком привоя увеличилось в 4,0 раза. Замачивание апикальной части в растворе мицефита в концентрации 10 мг/л незначительно подавляло распускание и развитие глазка привоя в сравнении с контрольным вариантом.



**Рисунок 2.** Выход прививок после стратификации при обработке регуляторами роста базальной части прививки, сорт Ляна



**Рисунок 3.** Выход прививок после стратификации при обработке регуляторами роста апикальной части прививки, сорт Стартовый

На сорте Стартовый наилучшие результаты были получены при обработке базальной части прививок мицефитом в концентрации 1 мг/л (рис. 4). Активизация ризогенеза позволила увеличить выход прививок с корнями и корневыми бугорками на 50% в сравнении с контрольным вариантом. Использование гетероауксина и мицефита в концентрациях 10 и 100 мг/л ингибировало развитие корневых бугорков. Мицефит в концентрации 100 мг/л увеличил количество прививок с неразвившимся глазком привоя в 2,5 раза по сравнению с контролем. Количество прививок с развившимся глазком привоя находилось на уровне контрольного варианта, за исключением варианта применения мицефита - 100 мг/л, который снизил их количество на 28,6%.

На сорте Ляна в период закалки увеличилось количество прививок с круговым каллусом и развившимся глазком привоя, прививок с корневыми бугорками (табл. 1).

Наиболее эффективной в отношении активизации ризогенеза на базальной части подвоя была обработка гетероауксином как апикальной, так и базальной части прививки, количество прививок с корнями и корневыми бугорками было на 10,9 и 11,5% выше контрольного варианта. Мицефит



оказал положительное влияние на развитие корневых бугорков при обработке апикальной части в концентрации 100 мг/л, а при обработке базальной части в концентрации 10 мг/л, увеличив выход прививок на 4,0 и 5,1% соответственно.



**Рисунок 4.** Выход прививок после стратификации при обработке регуляторами роста базальной части прививки, сорт Стартовый

**Таблица 1.** Влияние регуляторов роста на количество прививок перед посадкой в виноградную школку, %

| Вариант                             | Количество прививок с круговым каллусом и с<br>глазком привоя: |           |               |           | Прививки с корневыми<br>бугорками и корнями |           |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|---------------|-----------|---------------------------------------------|-----------|
|                                     | развившимся                                                    |           | неразвившимся |           |                                             |           |
|                                     | с о р т а                                                      |           |               |           |                                             |           |
|                                     | Ляна                                                           | Стартовый | Ляна          | Стартовый | Ляна                                        | Стартовый |
| обработка апикальной части прививки |                                                                |           |               |           |                                             |           |
| Контроль                            | 75                                                             | 84        | 25            | 16        | 73                                          | 72        |
| Гетероауксин, 0,02 мг/л             | 72                                                             | 64        | 28            | 36        | 81                                          | 77        |
| Мицефит, 1 мг/л                     | 70                                                             | 86        | 30            | 14        | 61                                          | 71        |
| Мицефит, 10 мг/л                    | 76                                                             | 76        | 24            | 24        | 65                                          | 63        |
| Мицефит, 100 мг/л                   | 61                                                             | 67        | 39            | 33        | 77                                          | 71        |
| обработка базальной части прививки  |                                                                |           |               |           |                                             |           |
| Контроль                            | 86                                                             | 76        | 14            | 24        | 78                                          | 83        |
| Гетероауксин, 0,02 мг/л             | 62                                                             | 85        | 38            | 15        | 87                                          | 69        |
| Мицефит, 1 мг/л                     | 53                                                             | 70        | 47            | 30        | 73                                          | 90        |
| Мицефит, 10 мг/л                    | 62                                                             | 83        | 38            | 17        | 82                                          | 59        |
| Мицефит, 100 мг/л                   | 63                                                             | 85        | 37            | 15        | 41                                          | 33        |
| НСР <sub>05AB</sub>                 | 6                                                              | 4         | 6             | 5         | 9                                           | 3         |

На сорте Стартовый используемые концентрации препарата мицефита при обработке апикальной части не оказали влияния на рост корней и количество прививок с круговым каллусом и развившимся глазом привоя по сравнению с контрольным вариантом. Использование гетероауксина тормозило развитие глазка привоя, но повышало количество прививок с корневыми бугорками.

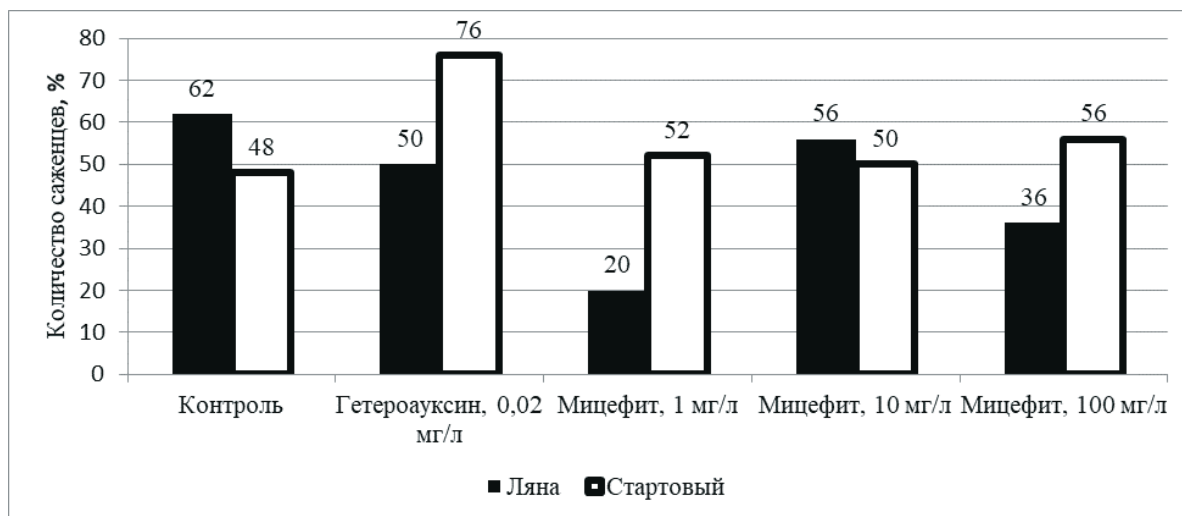
Противоположная тенденция наблюдалась при обработке базальной части прививки препаратом мицефит. Положительные результаты отмечены только в варианте применения мицефита в концентрации 1 мг/л, где количество прививок с корневыми бугорками было на 8,4 % выше, чем в контроле. Использование мицефита в концентрациях 10 и 100 мг/л снижало количество прививок с корневыми бугорками по сравнению с контрольным вариантом на 28,9 и 60,2 %; но повышало количество прививок с круговым каллусом и развившимся глазом привоя на 9,2 и 11,8 %, соответственно.

Можно предположить, что положительное и отрицательное влияние мицефита и гетероауксина на различные показатели при обработке апикальной и базальной части прививки связано с

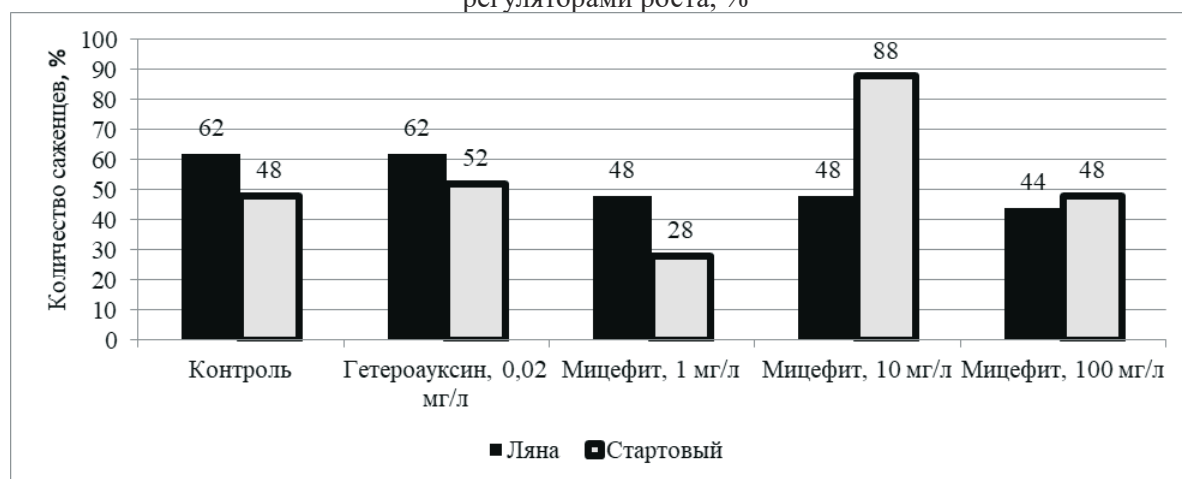
разнокачественностью черенков подвоя и почек глазка привоя и с анатомическим и морфологическим строением побегов сортов Ляна и Стартовый.

Высокий выход посадочного материала получается в тех случаях, где образование побегов и корней у прививок до высадки в школку задерживается при одновременном нормальном протекании процессов каллусообразования и начальных этапов срастания в зоне соединения привоя с подвоем. У сорта Ляна выход саженцев из виноградной школки оказался ниже, чем в контроле, как при обработке базальной, так и при обработке апикальной части прививки мицефитом и при обработке базальной части прививки гетероауксином (рис. 5 и 6).

У сорта Стартовый наблюдается иная тенденция. Используемые концентрации мицефита и гетероауксина при обработке апикальной части прививки оказали позитивное действие на выход саженцев из школки, а при обработке базальной части прививки наибольший стимулирующий эффект оказала концентрация мицефита 10 мг/л. Мицефит в концентрациях 1 и 100 мг/л и гетероауксин, наоборот, снижали выход саженцев из школки.



**Рисунок 5.** Выход саженцев при обработке апикальной части прививки регуляторами роста, %



**Рисунок 6.** Выход саженцев при обработке базальной части прививки регуляторами роста, %

## ВЫВОДЫ

Для повышения выхода качественного привитого посадочного материала винограда сорта Стартовый оптимальной концентрацией мицефита является 10 мг/л при обработке базальной части прививки перед стратификацией. Мицефит не оказал влияния на выход саженцев из виноградной школки как при обработке базальной, так и апикальной частей прививок винограда сорта Ляна.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. ВИЛЬЧИНСКИЙ, В. и др. (2001). Применение регуляторов роста нового поколения в виноградарстве. В: Виноградарство и виноделие, № 32, с. 37-39. ISSN 2073-3631.
2. МАЛТАБАР, Л. и др. (2009). Виноградный питомник. Краснодар. 289 с.
3. МЕЛЬНИК, Н. (2004). Регенерационная активность черенков подвоев. В: Виноделие и виноградарство, № 4, с. 44-45. ISSN 2073-3631.
4. РАДЧЕВСКИЙ, П. (2015). Новые регуляторы роста для повышения регенерационной активности виноградных черенков, выхода и качества саженцев. В: Труды Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, № 55, с. 217-222. ISSN 1999-1703.
5. РАДЧЕВСКИЙ, П. (2017). Регенерационные свойства черенков подвойных филлоксероустойчивых сортов винограда под влиянием стимулятором корнеобразования Радикс Плюс. В: Труды Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, № 128, с. 786-814. ISSN 1990-4665.
6. РАДЧЕВСКИЙ, П. Влияние сортовых особенностей и регуляторов роста на регенерационную активность черенков винограда. В: Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах: Сборник научных трудов по материалам Межд. научно-практической конф. приуроченной к 65-летию кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ, 04-05 октября 2018. Ставрополь, 2018, с. 293-297.

Data prezentării articolului:

Data acceptării articolului:

УДК 632.937:632.4

## СПЕКТР АНТИФУНГАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ *TRICHODERMA VIRENS* MILLER, GIDDENS AND FOSTER НА ПАТОГЕНЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Татьяна ЩЕРБАКОВА

Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений, Молдова

**Abstract.** The results of the laboratory investigations of the inhibition effect of the liquid biofungicide Gliocladin-SC, prepared on the base of live cells of the antagonistic fungus *Trichoderma Trichoderma-based* Miller, Gidden and Foster strain 3X, against the pathogen fungi, causative agents of the agricultural plant diseases are presented. The influence of the biopreparation was determined with the method of diffusion in agar. The metabolites contained in the biopreparation suppress the pathogens development and create sterile zones of growth inhibition. The preparation can have wide application spectrum for the agricultural crops protection against a wide range of dangerous plant disease agents – fungi from the genus *Fusarium* and the species *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Monilia cinerea*, *M.fructigena* etc.

**Key words:** Biofungicide; Agricultural plants; Antagonism; Metabolites; Fungicide activity; Phytopathogenic fungi.

**Реферат.** Представлены результаты лабораторных исследований ингибирующего действия жидкого биофунгицида Gliocladin-SC, созданного на основе живых клеток гриба-антагониста *Trichoderma virens* Miller, Gidden and Foster штамм 3X на патогенные грибы, вызывающие болезни сельскохозяйственных культур. Действие биопрепарата определяли методом диффузии в агар-агар. Метаболиты, содержащиеся в биопрепарате, ингибируют развитие патогенов, образуя стерильные зоны подавления роста. Препарат может иметь широкий спектр применения в защите сельскохозяйственных культур от особо вредоносных возбудителей болезней – грибов рода *Fusarium*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Monilia cinerea*, *M.fructigena* и др.

**Ключевые слова:** Биофунгицид; Сельскохозяйственные культуры; Антагонизм Метаболиты;; Фитопатогенные грибы; Фунгицидная активность.

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из направлений мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов является развитие биотехнологий микробных средств защиты растений от болезней и вредителей, в качестве альтернативы применению пестицидов. Основой этих препаратов являются живые культуры микроорганизмов и продукты их метаболизма. Особо важное практическое применение в биологическом контроле болезней растений отводится микроскопическим грибам, и ведущую роль занимает род *Trichoderma* Pers. ex Fr. Грибы этого рода располагают рядом механизмов антагонистического действия, и одним из них является антибиоз – микробный антагонизм, при котором выделяемые микроорганизмами биологически активные вещества (БАВ) подавляют развитие других видов. Они могут воздействовать непосредственно на возбудителей – приостанавливать их рост, нейтрализовать токсины, вызывать лизис клеточных оболочек на поверхности растения хозяина или внутри растительных тканей. Метаболиты легко всасываются внутрь семян и органов растений через оболочки, нейтрализуя инфекцию и повышая иммунитет. (Howell, C., Stipanovic, R. 1995; Howell, C. 2006; Mastouri, F. et al. 2010). Грибы *Trichoderma* являются оппортунистическими, авирулентными растительными симбионтами, а производимые ими вещества вызывают реакции локальной или системной резистентности, и это объясняет отсутствие у них патогенности для растений (Harman, G. et al. 2004).

Многие грибы-антагонисты фитопатогенов могут проявлять полифункциональную биологическую активность: фунгицидную, бактерицидную, фиторегуляторную – это стимуляция роста и развития, повышение урожайности, улучшение биохимических показателей плодов, что дает им право занимать ведущее место в качестве агентов биологического контроля фитопатогенов (Новикова, И. 2005; Harman, G.E. 2011).

Целью настоящих исследований являлось изучение спектра фунгицидного действия разработанного нами жидкого биологического препарата Gliocladin-SC в отношении возбудителей заболеваний сельскохозяйственных культур. Биопрепарат внесен в Государственный регистр средств фитосанитарного назначения и средств, повышающих плодородие почвы Республики Молдова под номером 08-02-0406 в 2015 году (Moșoi, V. et al. 2016). Действующее вещество биопрепарата – гриб-антагонист фитопатогенов *Trichoderma virens* Miller, Giddens and Foster, штамм 3X.



## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2015-2018 гг. в лабораторных условиях в Институте генетики, физиологии и защиты растений Республики Молдова. Объектом исследований являлся биологический препарат Gliocladin-SC, разработанный в лаборатории Фитопатологии и биотехнологии института. Материалом служили чистые культуры патогенных грибов, выделенные из пораженных растений, корней и семян пшеницы, подсолнечника, кукурузы, сои, гороха, капусты, плодов семечковых и косточковых культур. Выделение патогенов проводили общепринятыми в микробиологии методами (Бёхтер, И. и др. 1987).

Антагонистическую активность гриба-продуцента *T.virens* 3X определяли методом двойных культур. Линейным методом учитывали радиус колоний патогена и антагониста, зону нарастания и стерильную зону отсутствия роста (Егоров, Н.С. 2004). Фунгицидную активность биопрепарата Gliocladin-SC оценивали в отношении патогена *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary., возбудителя белой гнили; возбудителей фузариозных комплексов корневых гнилей – *Fusarium oxysporum* Schl., *F.culmorum* Sacc, *F.graminearum* Shwabe., *F.verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (syn. *F.moniliforme* J. Sheld), *F.solani* Ap. et Woll, *F.sporotrichiella* Bilai, *F.gibbosum* App. et Woll.; изолятов *Fusarium* sp., выделенных из кукурузы. Тест-объектами служили патогены, выделенные из капусты – *Rhizoctonia solani* Kuhn., *Thielaviopsis basicola* (Berk. and Broome) Ferraris, *Fusarium* sp.; из плодов черешни выделены и протестированы *Botrytis cinerea* Pers. и *Monilia cinerea* Bonod.; из плодов айвы – *Monilia fructigena* (Pers.) Pers. Опыты были проведены в чашках Петри на агаризованных питательных средах методом диффузии в агар-агар с использованием бумажных дисков и металлических цилиндров (Егоров, Н.С. 2004). Агаровую пластинку засеивали суспензией спор возбудителя, посев мицелиальных грибов, не образующих спороношения, проводили агаровыми блоками, заросшими культурой патогена. В центр помещали стерильный бумажный диск (цилиндр), пропитанный биопрепаратом Gliocladin-SC, в контроле диск пропитывали водой, а в цилиндр препарат вносили стерильной пипеткой. Инкубировали при температуре, оптимальной для патогенов. В случаях проявления биопрепаратом антифунгальной активности, между диском и культурой патогена должна образоваться стерильная зона задержки роста.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В задачи исследований входило выделение патогенных грибов, возбудителей болезней сельскохозяйственных культур из плодов и пораженных частей растений, определение антагонистической активности гриба *T.virens* – продуцента биопрепарата по отношению к патогенам методом двойных культур и их тестирование на чувствительность к биопрепарату Gliocladin-SC.

Совместное культивирование *T.virens* и грибов *Fusarium* в двойной культуре при оптимальной температуре 23-25°C показало высокую антагонистическую активность *T.virens*, гриб в разной степени колонизировал каждого из патогенов в течение 10-12 дней. Радиусы колоний *Fusarium* составляли 28-36 мм, тогда как *T.virens* заселял большую часть агаровой пластинки с радиусами колоний 53-64 мм. Зоны нарастания продуцента на колонии составляли от 5 мм до 31 мм. Полная колонизация *Monilia cinerea* и *M.fructigena* отмечена через 7-8 суток, *B. cinerea*, *R.solani* и *Alternaria* sp. – через 8-9 суток. Не отмечено колонизации патогена *T.basicola* (табл. 1).

В исследованиях, проведенных ранее (Щербакова, Т. 2013), было определено, что в двойной культуре *T.virens* и патогена *S.sclerotiorum* при разных температурных режимах отмечены разные механизмы антагонистического взаимодействия – микопаразитизм и антибиоз. При встречном росте культур при температуре 23-25°C на шестые сутки происходило смыкание колоний, к одиннадцатому дню *T.virens* полностью колонизировал патоген, проявляя микопаразитический характер антагонизма. При температуре 13-15°C антагонист проявил другой механизм биоконтроля – антибиоз. В этом случае радиус колонии *T.virens* составлял 23-25 мм, колонии *S.sclerotiorum* – 45 мм, между ними образовалась стерильная зона отсутствия роста, равная 20-25 мм (образование БАВ). Полученные данные согласуются с работами других исследователей, которые отмечают высокую адаптивность грибов *Trichoderma* к различным стрессовым факторам, в зависимости от условий (температура, влажность, субстрат и др.) штаммы, лишённые одного механизма, быстро адаптируются и используют другой механизм биоконтроля (Алимова, Ф.К. 2006; Howell, C.R. 2006).

**Таблица 1.** Антагонистическое действие продуцента *T.virens* и биопрепарата Gliocladin-SC на возбудителей болезней растений

| №  | Фитопатоген                     | Радиус колонии патогена, мм | Радиус колонии <i>T.virens</i> , мм | Зона нарастания, мм | Стерильная зона, мм |
|----|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | <i>Alternaria</i> sp.,          | 26,0±2,3                    | 64,0±1,2                            | 26,0±0,6            | 0                   |
| 2  | <i>Botrytis cinerea</i>         | 32,0±0,6                    | 58,0±1,1                            | 32,0±0,9            | 31,8±0,3            |
| 3  | <i>Fusarium oxysporum</i>       | 28,7±0,6                    | 61,3±1,3                            | 12,7±0,7            | 42,0±0,7            |
| 4  | <i>F. culmorum</i>              | 36,7±0,3                    | 53,3±0,6                            | 15,8±0,6            | 21,0±0,7            |
| 5  | <i>F. graminearum</i>           | 32,4±0,6                    | 57,6±0,7                            | 10,3±0,5            | 20,0±0,4            |
| 6  | <i>F. gibbosum</i>              | 29,4±0,5                    | 60,6±0,9                            | 5,3±0,3             | 9,8±0,7             |
| 7  | <i>F. solani</i>                | 26,0±0,3                    | 64,0±0,65                           | 26,0±0,3            | 11,5±0,3            |
| 8  | <i>F. sporotrichiella</i>       | 31,5±0,3                    | 58,5±0,7                            | 31,5±0,6            | 60,0±0,8            |
| 9  | <i>F. verticillioides</i>       | 34,5±0,5                    | 55,5±0,7                            | 17,7±0,9            | 18,8±0,3            |
| 10 | <i>Fusarium</i> sp.4            | 32,6±0,8                    | 57,4±0,5                            | 13,3±0,7            | 4,2±0,3             |
| 11 | <i>Fusarium</i> sp.5            | 33,9±0,9                    | 56,1±0,9                            | 30,0±0,9            | 11,0±0,4            |
| 12 | <i>Fusarium</i> sp.11           | 35,3±0,9                    | 54,7±1,1                            | 18,5±0,9            | 11,5±0,7            |
| 13 | <i>Fusarium</i> sp.13           | 28,7±1,1                    | 61,3±1,3                            | 21,3±0,7            | 5,2±0,3             |
| 14 | <i>Monilia cinerea</i>          | 32,0±0,3                    | 58,0±0,5                            | 32,0±0,3            | 32,5±0,65           |
| 15 | <i>M. fructigena</i>            | 23,5±0,6                    | 66,5±0,8                            | 23,5±0,3            | 65,3±0,82           |
| 16 | <i>Rhizoctonia solani</i>       | 39,0±0,5                    | 51,0±1,1                            | 39,0±1,2            | 19,7±3,2            |
| 17 | <i>Thielaviopsis basicola</i>   | 29,6±0,9                    | 60,3±1,3                            | 0                   | 5,8±0,5             |
| 18 | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 38,7±1,3                    | 51,3±0,9                            | 38,7±0,7            | 45,0±1,6            |

В результате проведенных исследований было установлено, что грибок *T.virens* является активным антагонистом выделенных нами фитопатогенов, на агаризованных средах в разной степени колонизирует патогены при оптимальной температуре для своего развития, обладает способностью проявлять разные механизмы антагонистического взаимодействия.

На следующем этапе исследований определяли антифунгальную активность биопрепарата Gliocladin-SC, созданного на основе гриба *T.virens* в отношении изучаемых фитопатогенов, проводили тестирование методом диффузии в агар.

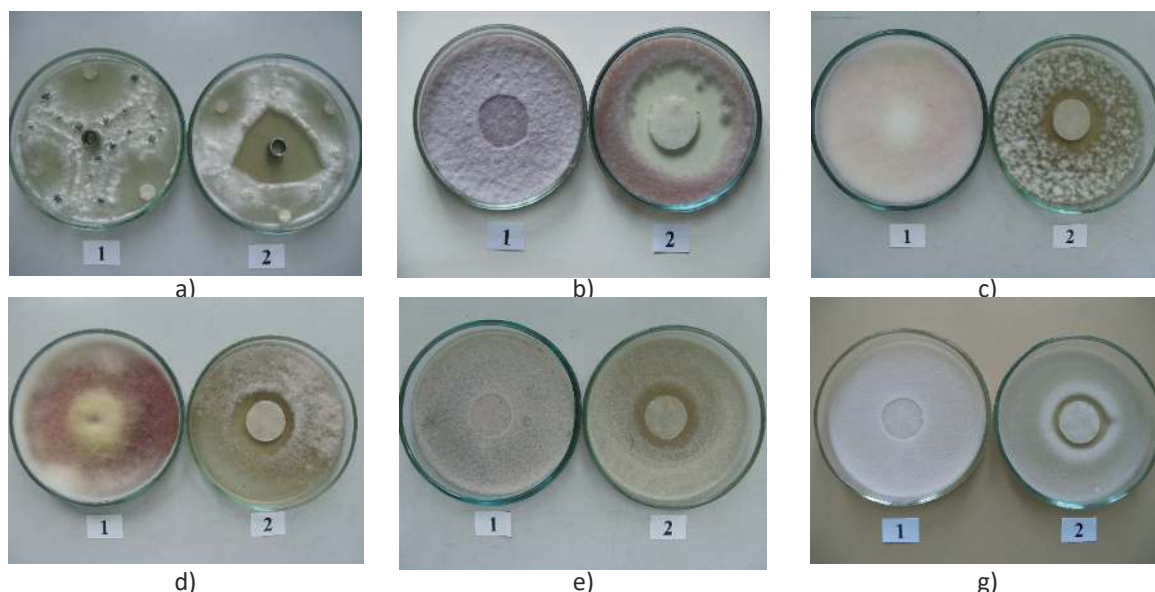
Патоген *S.sclerotiorum* известен как возбудитель белой гнили или склеротиниоза. Он вызывает значительные потери урожая подсолнечника, сои, гороха, фасоли, льна, зеленых и овощных культур (в условиях закрытого грунта) и др. Исследования антифунгальной активности биопрепарата Gliocladin-SC в отношении *S.sclerotiorum*, выделенного из прикорневой части стебля подсолнечника, показали высокую чувствительность гриба к препарату, диаметр стерильной зоны подавления роста был равен 45 мм (табл. 1, рис. 1, а).

Из грибов рода *Fusarium* доминирующим видом фузариозных корневых гнилей пшеницы в Молдове является патоген *F.oxysporum* (Лупашку, Г. и др. 2011), который выделен из корней пшеницы. При определении антифунгального действия биопрепарата зона подавления роста патогена составила 42 мм, (табл. 1, рис. 1, b).

Выделенный из зерна пшеницы *F.graminearum* под влиянием биологически активных веществ препарата Gliocladin-SC, заметно замедлял рост, газон был представлен отдельными колониями, по сравнению с контролем, где отмечен интенсивный рост мицелия, сплошной газон и начало окрашивания культуры в розовый цвет. Зона подавления роста составила 20 мм (табл. 1, рис 1, c).

Действие биопрепарата на патоген *F.culmorum*, выделенный из корней пшеницы, также проявлялось в замедленном развитии, начало роста отмечено на 2 дня позже, чем в контроле, слабое развитие мицелия наблюдалось весь период культивирования, диаметр зоны подавления роста составил 21 мм (табл. 1, рис 1, d).

Гриб *F.verticillioides* выделен из зерна сахарной кукурузы, под влиянием биопрепарата отмечено замедление скорости роста на 3-4 дня и отсутствие характерной окраски, по сравнению с контролем, где колония приобрела сиреневый оттенок, зона подавления роста составила 18,8 мм. Изоляты *Fusarium* sp.4, sp.5, sp.11 и sp.13, выделенные из растений кукурузы, также были чувствительны к биопрепарату Gliocladin-SC, зоны подавления роста составляли от 4,2 мм до 11,5 мм. (табл. 1, рис. 1, e, g).



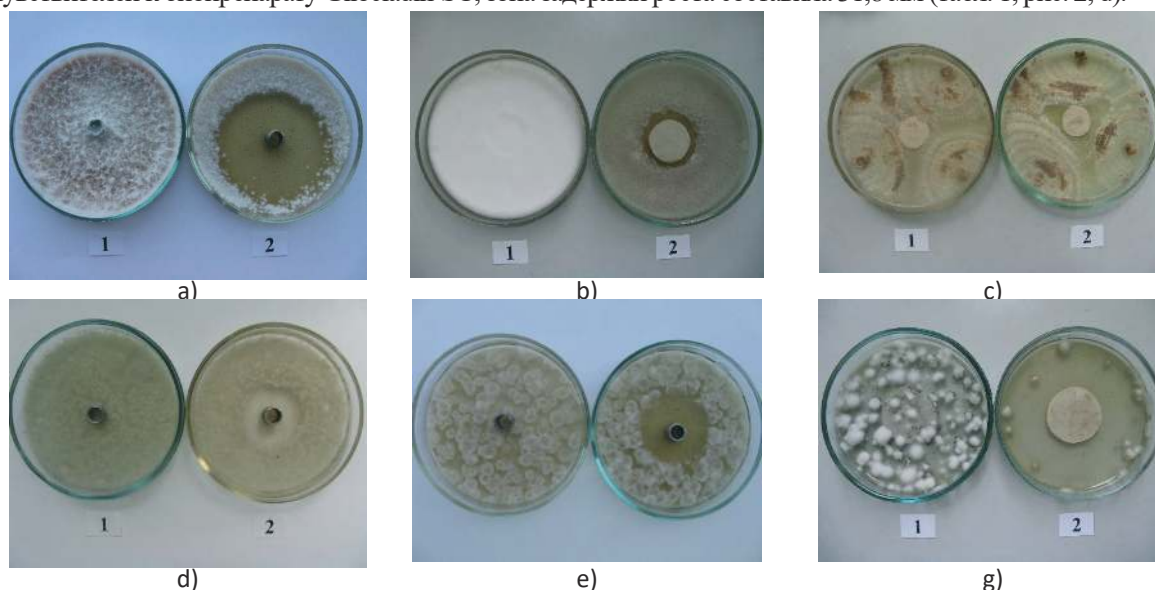
**Рисунок 1.** Антифунгальное действие биопрепарата Gliocladin-SC на патогены с образованием зон подавления роста: а) – *Sclerotinia sclerotiorum*, б) – *Fusarium oxysporum*, в) – *F. graminearum*, д) – *F. culmorum*, е) – *F. verticillioides*, г) – *Fusarium sp.5* 1 – контроль, 2 – опыт (метод диффузии в агар-агар)

Из семян сои выделен патоген *F.sporotrichiella*, способный вызвать 100%-е поражение проростков сои на инфекционном фоне (лабораторный эксперимент). Под влиянием биопрепарата начало роста мицелия отмечено на 3-4 дня позже, чем в контроле, зона подавления роста составила 60 мм (табл. 1, рис. 2, а).

Зона задержки роста гриба *F.solani*, выделенного из корней сои равна 11,5 мм (рис. 2, б).

Гриб *R.solani* выделен из рассады капусты, пораженной черной ножкой, он наносит большой ущерб рассадным культурам, вызывая послевсходовое полегание сеянцев. Патоген проявлял чувствительность к препарату с зоной задержки роста 19,7 мм (рис. 2, в).

Возбудитель серой гнили – патогенный гриб *B.cinerea* выделен из плодов черешни, вызывает многочисленные заболевания сельскохозяйственных культур – серая гниль винограда, земляники, лука, гороха, пасленовых, citrusовых. Хозяйственный ущерб особенно велик при хранении корнеплодов и капусты. Патоген чувствителен к биопрепарату Gliocladin-SC, зона задержки роста составила 31,8 мм (табл. 1, рис. 2, д).



**Рисунок 2.** Антифунгальное действие биопрепарата Gliocladin-SC на патогены с образованием зон подавления роста: а) – *Fusarium sporotrichiella*, б) – *F.solani*, в) – *Rhizoctonia solani* д) – *Botrytis cinerea*, е) – *Monilia cinerea*, г) – *M.fructigena* 1 – контроль, 2 – опыт (метод диффузии в агар-агар)



Возбудители монилиоза плодовых культур патогены *Monilia cinerea* и *M. fructigena* выделены из пораженных плодов. Для косточковых – черешни, вишни, сливы, абрикоса, персика возбудителем болезни является гриб *M. cinerea*, для семечковых – яблони, груши, айвы источник инфекции – *M. fructigena*. При тестировании биопрепарата Gliocladin-SC в отношении этих патогенов диаметр стерильной зоны отсутствия роста для *M. cinerea* составил 32,5 мм, для *M. fructigena* – 65,3 мм (рис. 2, е, г).

Патогенный гриб *Alternaria* sp., выделенный из пораженных плодов перца овощного сладкого, чувствительности к биопрепарату не проявил, образования стерильных зон не происходило.

## ВЫВОДЫ

Гриб *T. virens*, продуцент биологического препарата Gliocladin-SC, является активным антагонистом фитопатогенов – возбудителей болезней растений. На агаризованных питательных средах в разной степени колонизирует патогены. Он обладает способностью проявлять разные механизмы антагонистического взаимодействия. При оптимальной температуре для своего развития проявляет микопаразитический характер антагонизма, при пониженных температурах (13-15°C) – антибиоз. Биологический препарат Gliocladin-SC на основе живых клеток гриба *T. virens* оказывает антифунгальное действие в отношении особо вредоносных патогенных грибов, поражающих большой круг полевых, овощных, плодовых культур – грибов рода *Fusarium* – возбудителей комплексов корневых гнилей, *S. sclerotiorum* – возбудителя склеротиниоза, *B. cinerea* – возбудителя серой гнили, *Monilia cinerea* и *M. fructigena* – возбудителей монилиоза плодовых культур и др. Метаболиты, содержащиеся в биопрепарате, ингибируют развитие патогенов, образуя стерильные зоны подавления роста. Препарат может иметь широкий спектр применения в защите сельскохозяйственных культур.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АЛИМОВА, Ф.К. (2006). Некоторые вопросы применения препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* в сельском хозяйстве. В: АГРО XXI, nr. 4-6, с. 18-21. ISSN 2073-2732.
2. БЁХТЕР, И. и др. (1987). Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. Москва: Агропромиздат. 224 с.
3. ЕГОРОВ, Н.С. (2004). Основы учения об антибиотиках. Москва: Наука. 528 с. ISBN 5-211-04669-2.
4. ЛУПАШКУ, Г.А., САШКО, Е.Ф., ГАВЗЕР, С.И. (2011). Взаимодействия растений пшеницы с возбудителями корневой гнили. В: Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке, т. 4, ч. 1, с. 101-106. ISBN 978-5-901695-48-7.
5. НОВИКОВА, И.И. (2005). Биологическое обоснование создания и применения полифункциональных биопрепаратов на основе микробов-антагонистов для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: дисс. ... д-ра биол. наук. СПб. 755 с.
6. ЦЕРБАКОВА, Т. (2013). Биотехнология производства и применения биопрепарата на основе гриба *Trichoderma virens* для защиты сои от корневых гнилей: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Кишинэу. 30 с.
7. HARMAN, G.E. et al. (2004). *Trichoderma species* – opportunistic, avirulent plant symbionts. In: Nature Reviews Microbiology, vol. 2(1), pp. 43-56. ISSN 1740-1526.
8. HARMAN, G.E. (2011). Multifunctional fungal plant symbionts: new tools to enhance plant growth and productivity. In: New Phytologist, vol. 189, nr. 3, pp. 647-649. ISSN 0028-646X.
9. HOWELL, C.R., STIPANOVIC, R.D. (1995). Mechanisms in the biocontrol of *Rhizoctonia solani*-induced cotton seedling disease by *Gliocladium virens*: Antibiosis. In: Phytopathology, vol. 85, nr. 4, pp. 469-472.
10. HOWELL, C.R. (2006). Understanding the mechanisms employed by *Trichoderma virens* to effect biological control of cotton diseases. In: Phytopathology, vol. 96, nr 2, pp. 178-180. ISSN 0031-949X.
11. MASTOURI, F., BJORKMAN, T., HARMAN, G.E. (2010). Seed treatments with *Trichoderma harzianum* alleviate biotic, abiotic and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. In: Phytopathology, vol. 100(11), pp. 1213-1221. ISSN 0031-949X.
12. MOȘOI, V. et al., alcăt. (2016). Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizantilor, permise pentru utilizare în Republica Moldova. Chișinău. 424 p. ISBN 978-9975-56-306-2.

Data prezentării articolului: 29.03.2019

Data acceptării articolului: 03.05.2019



УДК 631.81.095.337

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ АДАПТАЦИИ *APHIDOLETES APHIDIMYZA* ROND. (DIPTERA: CECIDOMYIDAE) В УСЛОВИЯХ БИОДИНАМИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Николай МОРОЗ

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

**Abstract.** The results of studies of the effect of nano aqua citrate of microelements (Se + Ge) on the combined changes in the body of *Aphidoletes aphidimyza* Rond are made with the biologically active components. When supplemental nutrition is used, the optimum concentration nano aqua citrate of microelements (Se–0.0005 + Ge–0.0003) – 0.0008 mg/dm<sup>3</sup> with the biologically active components – 65 mg /dm<sup>3</sup>, the survival increases to 89%, the fertility to 98% reproductive capacity( $R_p$ ) females at 64.5%. It has been established that during the modification of trophism, positive changes occur in the biology of the aphidophage, and the competitive capabilities of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. are improved. as a biological agent of limiting the harm of members of the Aphidoidea superfamily. The proposed elements of the technology of reproduction and practical application of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. differ in high economic efficiency (25%) in the conditions of the protected soil. The aim of the study was to study the possibility of using nano aqua citrate microelements (Se + Ge) with biologically active components for the correction of the life cycle of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. To achieve this goal, the following tasks were solved: on the basis of trophic relationships in the phytophage – host – aphidophagus system, carry out an analysis of the functioning of resistant adaptive systems *Aphidoletes aphidimyza* Rond. in conditions of agrobiocenosis.

**Key words:** *Aphidoletes aphidimyza* Rond.; Survival; Nano aqua citrate of microelements (Se + Ge); Reproductive capacity; Fertility.

**Реферат.** Приведены результаты исследований влияния наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами на совокупные изменения в организме *Aphidoletes aphidimyza* Rond. При использовании дополнительного питания в оптимальной концентрации из наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм<sup>3</sup> с биологически активными компонентами – 65 мг/дм<sup>3</sup>, выявлены увеличения выживаемости до 89%, фертильности до 98%, репродуктивного потенциала( $R_p$ ) самок на 64,5 %. Установлено, что при модификации трофики происходят положительные изменения в биологии афидофага, улучшаются конкурентные возможности *Aphidoletes aphidimyza* Rond. как биологического агента ограничения вредности представителей надсемейства Aphidoidea. Предлагаемые элементы технологии размножения и практического применения *Aphidoletes aphidimyza* Rond. отличаются высокой экономической эффективностью (25%) в условиях защищенного грунта. Целью исследования было изучение возможности использования наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами для коррекции жизненного цикла *Aphidoletes aphidimyza* Rond. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: на основе трофических связей в системе фитофаг – хозяин – афидофаг, осуществить анализ функционирования устойчивых адаптивных систем *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в условиях агробиоценоза.

**Ключевые слова:** *Aphidoletes aphidimyza* Rond.; Выживаемость; Наноаквацитрат микроэлементов (Se+Ge); Репродуктивный потенциал; Фертильность.

### ВВЕДЕНИЕ

В управлении агробиоценозами биодинамического земледелия возможно использование локально-специфических полезных насекомых. Примером такого использования является эффективный автохтонный афидофаг *Aphidoletes aphidimyza* Rond., который в условиях защищенного грунта отличается высокой поисковой способностью. (Gilkeson, L.A. et. al. 1987; Мороз, М.С. 2015а). Важно отметить, что личинка *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в агробиоценозах, питается исключительно представителями надсемейства Aphidoidea – более 65 видами. *Aphidoletes aphidimyza* Rond. способна в агробиоценозах контролировать численность тлей на очень низком уровне и быстро увеличивать количество своей популяции (Мороз, М.С. и др. 2014). Установлено, что взаимоотношение со средой обитания и выполнения общих популяционных функций *Aphidoletes aphidimyza* Rond. опосредованное через физиологические реакции отдельных особей. Практическое использование галлицы афидимизы сопровождается ограничением генетической изменчивости популяции и сужением гарантии ее выживания (Мороз, М.С. 2015б). От степени

сбалансированности взаимоотношений совокупности особей со средой, зависит её стабильность в агробиоценозе (Košťál, V. et. al. 2000). Экспериментально доказано, что компоненты минеральных смесей усваиваются не хуже, а в некоторых случаях лучше, чем элементы, содержащиеся в искусственных питательных средах для выращивания полезных насекомых (Moroz, M.S. et. al. 2015; Moroz, M. et. al. 2013; Moroz, M.S. 2016). Приоритетность использования наноаквацитаров обусловлено их уникальными химическими характеристиками и широким спектром действия (Мороз, Н.С. 2014; Мороз, М.С. и др. 2015; Moroz, M.S. 2016; Moroz, M. 2018).

Технология получения наноаквацитаров позволяет достичь их высокой чистоты без каких-либо вторичных примесей, поскольку не используются традиционные химические реакции. Использование деионизированной воды и особо чистых металлов является гарантией их экологической и биологической безопасности (Moroz, M. et. al. 2013; Moroz, M.S. et. al. 2015; Мороз, М.С. и др. 2018).

Целью данного исследования было изучение возможности использования наноаквацитар микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами для коррекции жизненного цикла *Aphidoletes aphidimyza* Rond.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

*Aphidoletes aphidimyza* Rond. вскармливали в энтомологических садках. Для массового размножения *Aphidoletes aphidimyza* Rond. использовали бобовую тлю, которую выращивали на кормовых бобах. Каждые три дня в энтомологические садки размещали по 1500±200 коконов в бумажных стаканах с увлажненным песком и ежедневно ставили два-три вазона с кормовыми бобами, заселенными тлей. На кормовых бобах выращивали личинок *Aphidoletes aphidimyza* Rond. первого возраста. Через 72±6 часов после линьки личинок, их со срезанными растениями переносили в энтомологические садки, на дне которых насыпали 2-х – сантиметровый слой песка. После окукливания *Aphidoletes aphidimyza* Rond., песок просеивали и отбирали куколки. *Aphidoletes aphidimyza* Rond. заблаговременно накапливали на заселенных бобовой тлей кормовых растениях. Для оценки адаптации афидофага к наноаквацитар микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами предложены элементы технологии. Они предусматривают разведение галлицы афидимизы по общепринятой методике на насекомых-хозяевах (Мороз, М.С. и др. 2014). Содержание имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в первые 12 часов жизни происходило на углеводно-белковой диете с добавлением в опытных вариантах водного раствора наноаквацитар микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами. Концентрация внесенного в диету наноаквацитар микроэлементов с биологически активными компонентами опытных вариантов: А – наноаквацитар микроэлементов (Se – 0,0003 + Ge – 0,0001) – 0,0004 мг/дм<sup>3</sup> с биологически активными компонентами – 45 мг/дм<sup>3</sup>; В – наноаквацитар микроэлементов (Se – 0,0004 + Ge – 0,0002) – 0,0006 мг/дм<sup>3</sup> с биологически активными компонентами – 55 мг/дм<sup>3</sup>; С – наноаквацитар микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм<sup>3</sup> с биологически активными компонентами – 65 мг/дм<sup>3</sup>; D – наноаквацитар микроэлементов (Se – 0,0006 + Ge – 0,0004) – 0,001 мг/дм<sup>3</sup> с биологически активными компонентами – 70 мг/дм<sup>3</sup>; Е – наноаквацитар микроэлементов (Se – 0,0007 + Ge – 0,0005) – 0,0011 мг/дм<sup>3</sup> с биологически активными компонентами – 80 мг/дм<sup>3</sup>. В контрольных вариантах в качестве дополнительного питания галлицы афидимизы использовали 5%-ный водный раствор сахара. Эксперименты проводили в шести вариантах и шестикратной повторности.

Репродуктивный потенциал ( $R_p$ ) определяли по формуле:

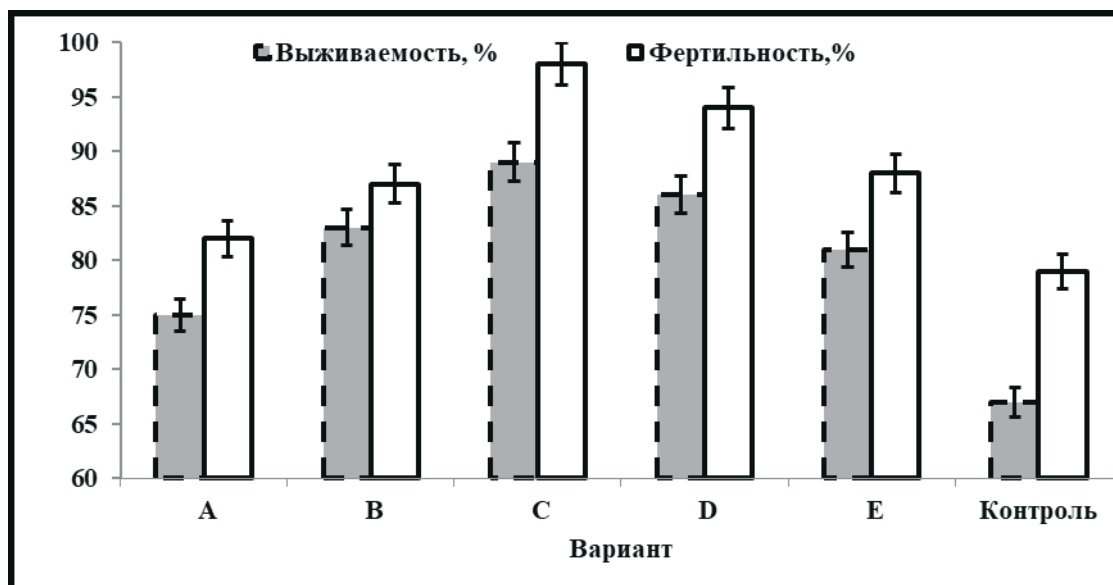
$$R_p = (\sum_p * \delta) v,$$

где  $\sum_p$  – соотношение полов,  $\delta$  – численность потомства,  $v$  – число поколений.

Во время исследований среднесуточная температура находилась в пределах 24±1 °С, относительная влажность воздуха – 80–85 % и фотопериод – 18 часов. В теплице опытных *Aphidoletes aphidimyza* Rond. выпускали на стадии личинок 1–2-го возраста непосредственно в обнаруженные очаги тлей, а затем по всей площади в соотношении афидофаг – фитофаг 1:5. На остальной площади опытного участка раскладывали ложные коконы хищника из расчета одна особь на м<sup>2</sup>. Повторные выпуски проводили с интервалом 5–7 дней в том же количестве.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Установлено, что при использовании наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами в имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. вероятно присутствие двух стратегий реализации защитных систем. На начальном этапе действия биогенных химических элементов, при активации общего метаболизма, оптимальные концентрации наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами формируют защитные реакции, направленные на уменьшение последствий негативного влияния факторов среды.

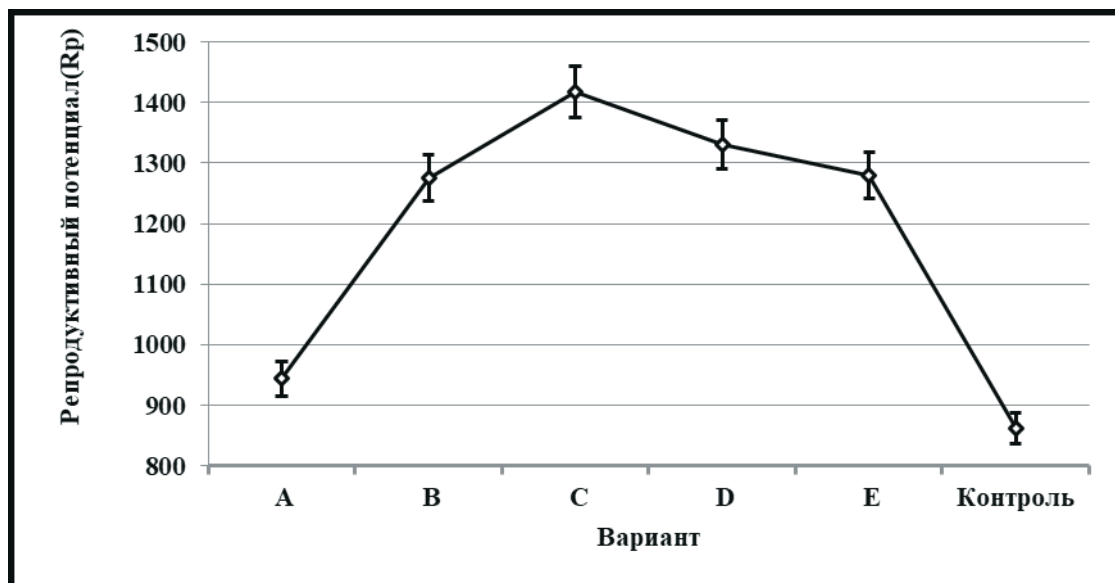


**Рисунок 1.** Влияние наноаквацитрат микроэлементов (Se+Ge) с биологически активными компонентами на выживаемость и фертильность *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (среднее, 2012–2017 гг.)

Результаты исследования воздействия биогенных химических элементов с биологически активными компонентами на степень сохранения автохтонной лабораторной популяции *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в условиях экспериментальной среды представлено на рисунке 1. Согласно полученным результатам, углеводно-белковая диета с добавлением в опытных вариантах водного раствора наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами способствует повышению выживаемости и фертильности *Aphidoletes aphidimyza* Rond. Наилучшие показатели выживаемости обеспечиваются в опытных вариантах при культивировании имаго на углеводно-белковой диете с добавлением наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм<sup>3</sup> с биологически активными компонентами – 65 мг/дм<sup>3</sup>. В ходе эксперимента обнаружено, что прикормка имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. исследовательского варианта С, обеспечила наилучшие показатели выживаемости – 89%, что в процентном соотношении больше на 22% по сравнению с контрольным вариантом.

В соответствии с полученными результатами исследований, положительный эффект от прикормки имаго хищных *Aphidoletes aphidimyza* Rond. водным раствором наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм<sup>3</sup> с биологически активными компонентами – 65 мг/дм<sup>3</sup>, приводит к максимальному увеличению доли оплодотворенных яиц. Так, лучшие показатели фертильности самок *Aphidoletes aphidimyza* Rond. обеспечиваются в опытных вариантах. Доля оплодотворенных яиц развивающихся в живые личинки в опытном варианте С составила 98%, что на 19% больше по сравнению с контрольным вариантом.

На примере исследований можно предположить, что наличие в подкормке водного раствора наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами способствует оптимизации процессов оогенеза и вителлогенеза в организме самок *Aphidoletes aphidimyza* Rond. Вероятно, в растущий ооцит самки поступает достаточное количество органических компонентов (нуклеиновых кислот, аминокислот, углеводов), которые используются им для синтеза и накопления желтка.



**Рисунок 2.** Влияние наноаквацитрат микроэлементов (Se + Ge) с биологически активными компонентами на репродуктивный потенциал *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (среднее, 2012–2017 гг.)

Одним из важнейших показателей, определяющих качество популяции *Aphidoletes aphidimyza* Rond., является репродуктивный потенциал (Rp), который характеризует быстроту размножения особей афидофага. Подкормка имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в первые 12 часов жизни в оптимальной концентрации (вариант C) водным раствором наноаквацитрат микроэлементов (Se – 0,0005 + Ge – 0,0003) – 0,0008 мг/дм<sup>3</sup> с биологически активными компонентами – 65 мг/дм<sup>3</sup>, так же способствовало максимальному увеличению репродуктивного потенциала самок (Rp = 1418), что в процентном соотношении больше на 64,5 % по сравнению с контрольным вариантом (рисунок 2). Оптимизация трофики обеспечивает адаптивную пластичность искусственной популяции в период онтогенеза, в результате отмечается увеличения репродуктивного потенциала (Rp) самок от 9,5% (вариант A) до 64,5 % (вариант C). Согласно полученным экспериментальным данным допустимо, что на фоне активации общего метаболизма биологически активные компоненты опытных вариантов генерируют желаемые физиологические процессы, направленные на уменьшение последствий негативного воздействия факторов среды. И наоборот, без дополнительной прикормки имаго *Aphidoletes aphidimyza* Rond. контрольной группы биологически активными компонентами, происходит недостаточная активация процессов метаболизма в организме афидофага. Визуальные наблюдения показали, что особи *Aphidoletes aphidimyza* Rond. опытного и контрольного вариантов наиболее эффективны в периоды с влажностью воздуха 80-85% и продолжительностью светового дня 18 часов. Так, например, довольно эффективным был афидофаг в весенний период. На огурце раскладка ложных коконов *Aphidoletes aphidimyza* Rond. в соотношении афидофаг : жертва 1 : 5 обеспечила полное уничтожение тлей в течение десяти суток, что на двое суток быстрее по сравнению с контрольным вариантом. При температуре 24±1 °C самки опытного и контрольного вариантов начали откладывать яйца на вторые сутки. Самки афидофага разыскивали колонии тлей и откладывали яйца на поверхность листа или непосредственно на спинку фитофага. Интенсивное отложение происходило в сумрачное время. В течение вторых суток жизни самки опытного варианта откладывали 23±2 яйца, контрольного варианта – 19±3. На четвертые сутки количество яиц уменьшилась до 5±1. На шестые сутки количество отложенных яиц в опытном варианте увеличилось до 16, что на 23,08% больше в сравнении с контрольным вариантом. При использовании хищной *Aphidoletes aphidimyza* Rond. процент заселенных растений тлями в опытном варианте за трое суток снизился с 62 % до 4 %, в контрольном – до 11%. В результате исследований установлено, что предлагаемые элементы технологии размножения и практического применения *Aphidoletes aphidimyza* Rond. экономически выгодны. Показатель экономической эффективности использования хищной галлицы афидимизы в условиях защищенного грунта составил 25%.



## ВЫВОДЫ

Как ингредиент дополнительного питания в оптимальной концентрации, наноаквацитрат микроэлементов ( $\text{Se} - 0,0005 + \text{Ge} - 0,0003$ ) –  $0,0008 \text{ мг/дм}^3$  с биологически активными компонентами –  $65 \text{ мг/дм}^3$  максимально влияет на жизненный цикл *Aphidoletes aphidimyza* Rond., увеличивается выживаемость до 89%, фертильность до 98%.

Оптимизация трофики обеспечивает адаптивную пластичность искусственной популяции в период онтогенеза, увеличивается репродуктивный потенциал ( $R_p$ ) самок от 9,5% (вариант А), до 64,5 % (вариант С).

В результате модификации трофики происходят положительные изменения в биологии афидофага, улучшаются конкурентные возможности галлицы афидимизы как биологического агента ограничения вредности представителей надсемейства Aphidoidea.

Предлагаемые элементы технологии размножения и практического применения *Aphidoletes aphidimyza* Rond. отличаются высокой экономической эффективностью (25%) в условиях защищенного грунта.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. GILKESON, L.A., HILL, S.B. (1987). Release rates for control of green peach aphid (Homoptera: Aphidae) by the predatory midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae) under winter greenhouse conditions. In: Journal of economic entomology, vol. 80, pp. 147-150. ISSN 0022-0493.
2. KOŠŤÁL, V., HAVELKA, J. (2000). Diapausing larvae of the midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae) survive at subzero temperatures in a supercooled state but tolerate freezing if inoculated by external ice. In: European Journal of Entomology, vol. 97(3), pp. 433-436. ISSN 1210-5759.
3. MARKKULA, M., TIITTANEN, M.K., HAMALAINEN, M., FORSBERG, A. (1979). The aphid midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera, Cecidomyiidae) and its use in biological control of aphids. In: Annales Entomologicae Fennicae, vol. 45, pp. 89-98.
4. MOROZ, M. (2018). Optimization of Artificial Nutrient for Growing Coccinellidae. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 38-44. ISSN 1857-0003.
5. MOROZ, M.S., STARODUB, M.F., MAKSHIN, V.I. (2015). Nano aqua citrates as Biogenic Chemical Elements: Optimization of the *Macrolophus nubilus* H.-S. Trophicity in the Artificial Biotechnical System. In: International Journal of Engineering and Applied Sciences, vol. 2(7), pp. 89-92. ISSN 2305-8269.
6. MOROZ, M., MAKSHIN, V. (2013). Nanoaquachaelats as biogenic chemical elements during optimization of feeding of zoophags in the artificial biotechnical system. In: International Scientific Electronic Journal, nr. 4. ISSN 2221-1713. Available: <http://gchera-ejournal.nubip.edu.ua>.
7. MOROZ, M.S. (2016). Optimization of breeding of predatory stinkbugs from family of Pentatomidae. In: The scientific heritage, vol. 4(4), pp. 4-9. ISSN 9215-0365.
8. МОРОЗ, М.С., МАКСИМ, В.І., КАПЛЮНЕНКО, В.Г., ЛИННИК, В.О. (2015). Застосування йодовмісних сполук та їх сумішей з деякими наноаквацитратами в біологічному захисті рослин: наук.-метод. рек. ... . Київ: Експо-Друк. 50 с.
9. МОРОЗ, М.С., ДМИТRENKO, Ю.В. (2014). *Aphidoletes aphidimyza* Rond. - ефективний афідофаг, що контролює чисельність попелиць. В: Ентомологічні читання пам'яті видатного вченого-ентомолога проф. М.П. Дядечка: всеукраїнська наук.-практ. конф., Київ, 10-12 грудня 2014: матеріали, с. 96-97.
10. МОРОЗ, М.С. (2015а). Біологічні основи оптимізації продуктивності корисних комах: монографія. Київ: Компринт. 480 с. ISBN 978-966-929-054-0.
11. МОРОЗ, М.С. (2015б). Корекція індивідуального імунітету *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (Diptera: Cecidomyiidae) за використання наноаквацитрату селену. В: Вісник Харківського нац. аграрного ун-ту. Серія Фітопатологія та ентомологія, вип. № 1-2, с. 112-117.
12. МОРОЗ, Н.С. (2014). Наноаквацитраты как биогенные химические элементы; оптимизация трофики *Macrolophus nubilus* H.S. в искусственной биотехнической системе. В: Етика нанотехнологій та нанобезпека: третій міжнародний семінар, Київ, 10 жовтня 2014: тези доп. Київ: НАНУ, с. 40-42.
13. МОРОЗ, М.С., МАКСИМ, В.І. (2018). Наноматеріали як біогенні хімічні елементи в ентомологічних технологіях: монографія. Київ: Компринт. 370 с.

Data prezentării articolului: 31.03.2019

Data acceptării articolului: 13.05.2019

УДК 630\*81

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КСИЛЕМЫ ПИХТЫ БЕЛОЙ НА ОБЪЁМНУЮ МАССУ ДРЕВЕСИНЫ

Иван СОПУШИНСКИЙ, Ярослав КОПОЛОВЕЦ,  
Игорь ТЫМОЧКО, Руслан МАКСЫМЧУК

Национальный лесотехнический университет Украины

**Abstract.** The article presents the research results of the influence of structural changes of the xylem of silver fir on wood density which has been reflected in the grouping of the number of annual rings in 1 cm and in the differences in the volumetric swelling of wood. For the study, wood samples in the fir stands of Transcarpathia (Ukraine) at the altitude of 800 m asl were selected. Silver fir wood was classified into four groups according to the number of annual rings in 1 cm and to wood density. The first group is represented by juvenile wood with the number of annual rings less than 2 pcs. $\cdot$ cm<sup>-1</sup>. The highest density of wood with a moisture content of 10% was typical for the wood group with annual rings more than 13 pcs. $\cdot$ cm<sup>-1</sup>, where wood density varied from 500 to 582 kg $\cdot$ m<sup>-3</sup> with a mean value of 533 kg $\cdot$ m<sup>-3</sup>. Mean values of wood swelling indicate a significant difference between juvenile wood and mature wood with the number of annual rings of more than 13 pcs. $\cdot$ cm<sup>-1</sup>. There was also a difference for the radial swelling of wood in the lower and upper ranges of the 95% confidence interval for the mean value. The relationship between volumetric swelling and wood density was described by an equation with the power function.

**Key words:** *Abies alba*; Annual rings; Swelling anisotropy; Specific gravity; Wood biology; Ukrainian Carpathian.

**Реферат.** В статье приведены результаты исследований влияния структурных изменений ксилемы пихты белой на объёмную массу древесины, что нашло своё отображение в группировании числа годичных колец в 1 см и различии объёмного разбухания древесины. Для исследования отобраны образцы древесины в пихтовом насаждении Закарпатья (Украина) на абсолютной высоте 800 м н.у.м. Древесину пихты белой классифицировали на четыре группы по числу годичных колец в 1 см и объёмной массе. Первая группа представлена ювенильной древесиной с числом годичных колец меньше 2 шт. $\cdot$ см<sup>-1</sup>. Наибольшая плотность древесины при влажности 10% характерна для древесины с числом годичных колец более 13 шт. $\cdot$ см<sup>-1</sup>, где плотность древесины варьирует от 500 до 582 кг $\cdot$ м<sup>-3</sup> со средним значением 533 кг $\cdot$ м<sup>-3</sup>. Средние значения разбухания древесины свидетельствуют о существенной разнице между ювенильной древесиной и древесиной с числом годичных колец более 13 шт. $\cdot$ см<sup>-1</sup>. Обнаружено также различие для радиального разбухания древесины в нижней и верхней границы 95% доверительного интервала для среднего значения. Установлена зависимость между объёмным разбуханием и объёмной массой древесины, которая описывается уравнением со степенной функцией.

**Ключевые слова:** *Abies alba*; Годичный слой; Анизотропия разбухания; Объёмная масса; Биологическое древесиноведение; Украинские Карпаты.

### ВВЕДЕНИЕ

В историческом и экономическом ракурсе пихта белая (*Abies alba* Mill.) является одной из самых ценных древесных пород в Европе. Максимальной производительности, превосходя другие породы в Украинских Карпатах, она достигает на абсолютных высотах от 500 до 900 м н.у.м. (Швыденко, А.И. 1980). Оценка качества запасов древесины характеризуется акцентом на учет технических свойств древесины, и прежде всего её плотности. Следует признать, что структурные изменения ксилемы и соответственно свойства древесины, что отображают качественную продуктивность лесов и в этой связи технические показатели древесины на корню не вполне ясны для специалистов лесного хозяйства (Полубояринов, О.И. 1976). Особенности термина “качество стволовой древесины” включают определение размерно-параметрических характеристик лесоматериала в поперечном сечении, а именно абсолютных значений ювенильной и заболонной древесины, в пределах которых физические свойства древесины существенно отличаются (Sopushynsky, I. et al. 2017).

К основным физическим характеристикам, при селекционном отборе высококачественной древесины хвойных пород, целесообразно относят число годичных слоев в 1 см и объёмную массу древесины (Полубояринов, О.И. 1976; Larjavaara, M., Muller-Landau, H.C. 2010). Вариабельность вышеупомянутых показателей обусловлена генотипическими и экологическими факторами не только между популяциями одного вида, но и отдельных деревьев. Изменения свойств в отдельно взятом дереве является результатом сложной системы взаимосвязанных факторов, которые изменяют физиологические процессы, связанные с образованием ксилемы (González-Rodrigo, B. et al. 2013; Сопушинский, I.M. 2014).

Главным лесоводческим вопросом является понимание процесса биологической стойкости древесины пихты белой и эффективного использования высококачественной древесины, индикатором которой служит её объёмная масса. Целью нашего исследования было изучить влияния структурных изменений ксилемы *Abies alba* Mill. на объёмную массу древесины в лесорастительных условиях юго-западного мегасклона Украинских Карпат.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для научного обследования взят пихтовый древостой Закарпаття (Украина), который произрастал в одинаковых лесорастительных условиях на высоте 800 м н.у.м., что исключило возможности существенных различий процента поздней древесины в годичном кольце. В составе насаждения 80-120 летняя пихта белая занимала 50 %. Для определения физических свойств древесины нами отобрано 12 деревьев. Отличия объёмной массы изучали с использованием общепринятых в биологическом лесоведении методик, разработанных с учетом особенностей изменения показателей макроструктуры древесины. Исследование объёмной массы провели на образцах стандартных размеров (рис. 1).

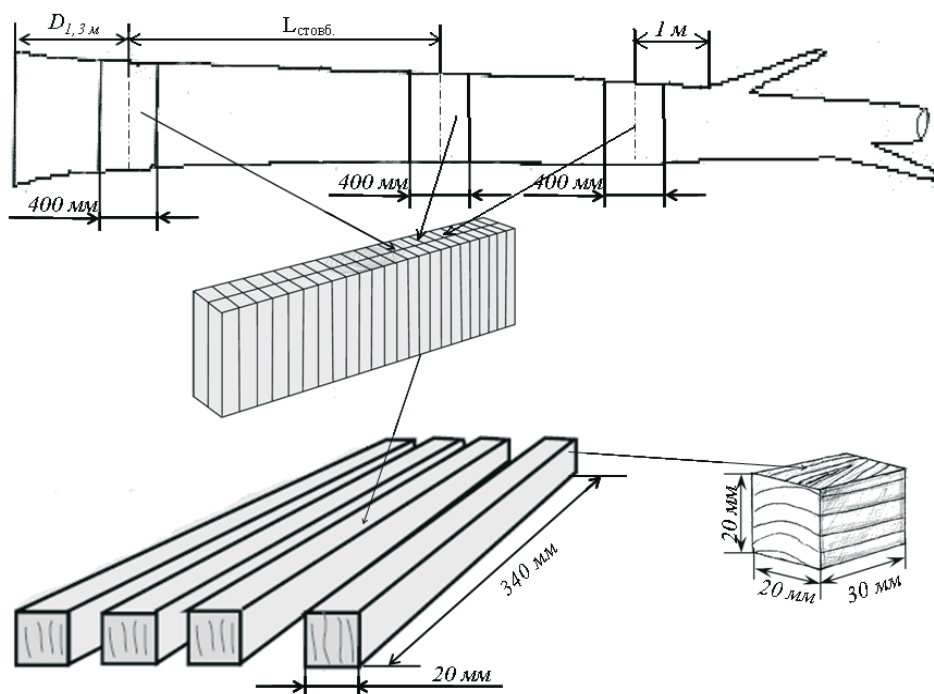


Рисунок 1. Схема отбора образцов древесины из модельного дерева

Для исследования объёмной массы древесины в модельных деревьях вырезали три кряжи длиной 340 мм: на высоте 1,3 м ствола,  $\frac{2}{3}$  м длины ствола ( $L_{\text{ств.}}$ ) и на расстоянии 1 м от начала кроны. Изготовление опытных образцов древесины из трех кряжей позволило установить характер изменения свойств древесины в пределах ствола, а отбор образцов по радиусу ствола в пределах диаметра. Общее количество образцов для каждого вида исследования составило 240 шт. Определение объёмной массы образцов производили согласно международным требованиям к таким исследованиям (Normen für Holz, 2009; Сопушинський, І.М., Вінтонів, І.С. 2014). Статистическая обработка результатов исследования осуществлена с использованием программ Excel 2013 и SPSS 17.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Возрастающее значение древесины на мировом уровне обуславливает изыскание путей рационального использования древесного сырья с учетом объективной необходимости выращивания древесины целевого назначения (Полубояринов, О.И. 1976). Главный вопрос связан с биологическими процессами образования ксилемы, которая оценивается через показатели макроструктуры

и объёмной массы древесины. Они отображают влияние комплекса биологических факторов на рост древесных растений и качество их древесины (Сопушинский, I.M. 2014). Важным этапом исследования в биологическом древесиноведении является нахождение критериев и факторов влияния, а также их группирование. Результаты множественного сравнения объёмной массы пихты белой относительно числа годовичных колец в 1 см внесены в табл. 1.

**Таблица 1.** Множественные сравнения объёмной массы древесины по критерию Шеффе

| Зависимая переменная                                   | (I) группа | (J) группа | Разность средних | Стандартная ошибка | Значимость | 95% доверительный интервал |                 |
|--------------------------------------------------------|------------|------------|------------------|--------------------|------------|----------------------------|-----------------|
|                                                        |            |            |                  |                    |            | Нижняя граница             | Верхняя граница |
| <b>Плотность древесины при влажности 10%</b>           | I          | II         | -82,750*         | 6,801              | 0,000      | -102,19                    | -63,31          |
|                                                        |            | III        | -162,300*        | 6,801              | 0,000      | -181,74                    | -142,86         |
|                                                        |            | IV         | -227,900*        | 6,801              | 0,000      | -247,34                    | -208,46         |
|                                                        | II         | I          | 82,750*          | 6,801              | 0,000      | 63,31                      | 102,19          |
|                                                        |            | III        | -79,550*         | 6,801              | 0,000      | -98,99                     | -60,11          |
|                                                        |            | IV         | -145,150*        | 6,801              | 0,000      | -164,59                    | -125,71         |
|                                                        | III        | I          | 162,300*         | 6,801              | 0,000      | 142,86                     | 181,74          |
|                                                        |            | II         | 79,550*          | 6,801              | 0,000      | 60,11                      | 98,99           |
|                                                        |            | IV         | -65,600*         | 6,801              | 0,000      | -85,04                     | -46,16          |
|                                                        | IV         | I          | 227,900*         | 6,801              | 0,000      | 208,46                     | 247,34          |
|                                                        |            | II         | 145,150*         | 6,801              | 0,000      | 125,71                     | 164,59          |
|                                                        |            | III        | 65,600*          | 6,801              | 0,000      | 46,16                      | 85,04           |
| <b>Плотность древесины в абсолютно сухом состоянии</b> | I          | II         | -79,450*         | 6,746              | 0,000      | -98,74                     | -60,16          |
|                                                        |            | III        | -155,600*        | 6,746              | 0,000      | -174,89                    | -136,31         |
|                                                        |            | IV         | -214,400*        | 6,746              | 0,000      | -233,69                    | -195,11         |
|                                                        | II         | I          | 79,450*          | 6,746              | 0,000      | 60,16                      | 98,74           |
|                                                        |            | III        | -76,150*         | 6,746              | 0,000      | -95,44                     | -56,86          |
|                                                        |            | IV         | -134,950*        | 6,746              | 0,000      | -154,24                    | -115,66         |
|                                                        | III        | I          | 155,600*         | 6,746              | 0,000      | 136,31                     | 174,89          |
|                                                        |            | II         | 76,150*          | 6,746              | 0,000      | 56,86                      | 95,44           |
|                                                        |            | IV         | -58,800*         | 6,746              | 0,000      | -78,09                     | -39,51          |
|                                                        | IV         | I          | 214,400*         | 6,746              | 0,000      | 195,11                     | 233,69          |
|                                                        |            | II         | 134,950*         | 6,746              | 0,000      | 115,66                     | 154,24          |
|                                                        |            | III        | 58,800*          | 6,746              | 0,000      | 39,51                      | 78,09           |

Группы образцов древесины (I) и (J) по числу годовичных колец (г.к.) в 1 см: I –  $\leq 2$  г.к.; II – 3-7 г.к.; III – 8-12 г.к.; IV –  $\geq 13$  г.к.; \*Разность средних значима на уровне 0.05

Результаты исследования свидетельствуют о разделении образцов древесины на группы по её объёмной массе в абсолютно сухом состоянии и при влажности 10%, что заслуживает внимания для селекционного отбора высококачественной древесины пихты белой в лесонасаждениях Украинских Карпат. В практике ведения лесного хозяйства важными являются показатели средних значений, а также значимые группы образцов древесины по числу годовичных колец в 1 см и объёмной массой (табл. 2).

К первой группе образцов древесины пихты относится ювенильная древесина, объёмная масса которой характеризуется наименьшей амплитудой значений, а среднее значение равно  $292 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$  при абсолютной влажности 0%. Важно напомнить о пропорциональном увеличении разных видов плотности древесины пихты белой с возрастанием количества числа годовичных колец в 1 см.

Немаловажным является тот факт, что наибольший диапазон изменения объёмной плотности присущ группе образцов с числом годовичных колец больше 13 шт.·см<sup>-1</sup>. В древесине при влажности 10 % плотность изменяется от 500 до 582 кг·м<sup>-3</sup> со средним значением 533 кг·м<sup>-3</sup>. В большинстве случаев наибольшие среднее значение объёмной массы древесины было характерно для деревьев с возрастом 100-120 лет, образцы для которых были изготовлены с периферийной зоны ствола. Значительных отличий между средними значениями II-ой и III-ой групп по плотности древесины в состоянии полного насыщения влагой не обнаружено.



Таблица 2. Статистические показатели объёмной массы древесины

| Плотность древесины, кг·м <sup>-3</sup> | Число годовичных колец в 1 см, шт. | Среднее | Стандартная ошибка | 95% доверительный интервал для среднего |                 | Минимум | Максимум |
|-----------------------------------------|------------------------------------|---------|--------------------|-----------------------------------------|-----------------|---------|----------|
|                                         |                                    |         |                    | Нижняя граница                          | Верхняя граница |         |          |
| $\rho_{0\%}$                            | ≤2 г.к.                            | 292     | 3,698              | 284                                     | 299             | 272     | 327      |
|                                         | 3-7 г.к.                           | 372     | 6,255              | 358                                     | 384             | 333     | 423      |
|                                         | 8-12 г.к.                          | 448     | 3,592              | 440                                     | 455             | 417     | 474      |
|                                         | ≥13 г.к.                           | 507     | 5,032              | 496                                     | 517             | 468     | 554      |
| $\rho_{10\%}$                           | ≤2 г.к.                            | 305     | 3,982              | 296                                     | 313             | 285     | 344      |
|                                         | 3-7 г.к.                           | 388     | 5,861              | 375                                     | 400             | 349     | 436      |
|                                         | 8-12 г.к.                          | 467     | 4,120              | 458                                     | 475             | 441     | 499      |
|                                         | ≥13 г.к.                           | 533     | 5,032              | 522                                     | 543             | 500     | 582      |
| $\rho_{100\%}$                          | ≤2 г.к.                            | 661     | 12,796             | 633                                     | 687             | 550     | 758      |
|                                         | 3-7 г.к.                           | 806     | 19,324             | 765                                     | 846             | 646     | 957      |
|                                         | 8-12 г.к.                          | 814     | 15,462             | 781                                     | 846             | 691     | 955      |
|                                         | ≥13 г.к.                           | 883     | 13,865             | 854                                     | 912             | 804     | 981      |

$\rho_{0\%}$  - плотность древесины в абсолютно сухом состоянии;  $\rho_{10\%}$  - плотность древесины при влажности 10%;  $\rho_{100\%}$  - плотность древесины при влажности 100%

Особенности структурных изменений можно отследить через определения показателей анизотропии разбухания древесины в радиальном и тангенциальном срезе, а также их соотношениях (табл. 3).

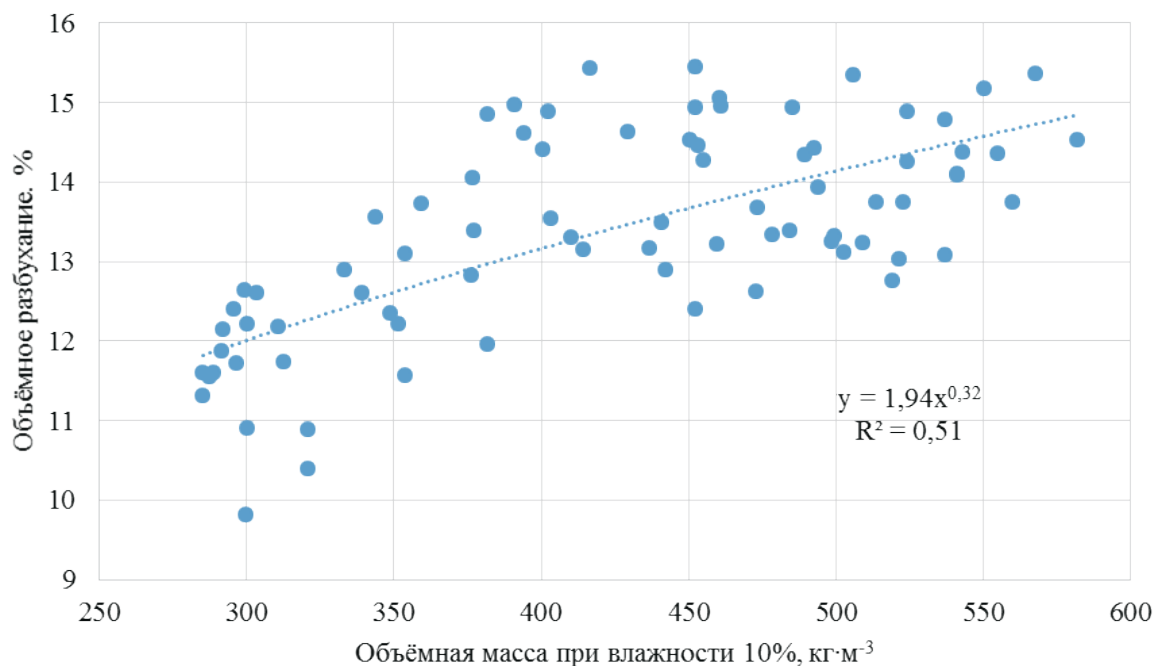
Полученные данные разбухания древесины пихты белой указывают на значительную разницу между средними значениями образцов с ювенильной древесиной и числом годовичных колец более 13 шт·см<sup>-1</sup>. Древесина пихты белой в группе III (8-12 г.к.) и IV (≥13 г.к.) характеризуется почти одинаковыми значениями объёмного разбухания при 95 % доверительного интервала для средних значений. Различия нижней и верхней границы присущи для радиального разбухания. Наименьшее значение тангенциального разбухания свойственно ювенильной древесине со средним значением 7,6 % и в радиальном направлении – 3,5 %. Разница минимального и максимального значений объёмного разбухания составляет 2,2 %, что свидетельствует о существенном влиянии числа годовичных колец в 1 см на показатели разбухания древесины.

Таблица 3. Статистические показатели анизотропии разбухания древесины

| Разбухание, %           | Число годовичных колец в 1 см, шт. | Среднее | Стандартная ошибка | 95% доверительный интервал для среднего |                 | Минимум | Максимум |
|-------------------------|------------------------------------|---------|--------------------|-----------------------------------------|-----------------|---------|----------|
|                         |                                    |         |                    | Нижняя граница                          | Верхняя граница |         |          |
| $\alpha_{\text{танг.}}$ | ≤2 г.к.                            | 7,6     | 0,229              | 7,1                                     | 8,1             | 5,9     | 9,0      |
|                         | 3-7 г.к.                           | 8,8     | 0,191              | 8,5                                     | 9,3             | 7,3     | 9,9      |
|                         | 8-12 г.к.                          | 9,1     | 0,113              | 8,9                                     | 9,4             | 8,0     | 9,7      |
|                         | ≥13 г.к.                           | 9,1     | 0,111              | 8,9                                     | 9,4             | 8,2     | 9,8      |
| $\alpha_{\text{рад.}}$  | ≤2 г.к.                            | 3,5     | 0,133              | 3,2                                     | 3,6             | 2,6     | 4,5      |
|                         | 3-7 г.к.                           | 3,7     | 0,137              | 3,6                                     | 4,2             | 2,4     | 4,9      |
|                         | 8-12 г.к.                          | 3,9     | 0,099              | 3,7                                     | 4,1             | 2,9     | 4,9      |
|                         | ≥13 г.к.                           | 4,0     | 0,126              | 3,8                                     | 4,3             | 3,2     | 5,0      |
| $\alpha_{\text{об.}}$   | ≤2 г.к.                            | 11,8    | 0,199              | 11,4                                    | 12,2            | 9,8     | 13,6     |
|                         | 3-7 г.к.                           | 13,6    | 0,246              | 13,1                                    | 14,1            | 11,6    | 15,4     |
|                         | 8-12 г.к.                          | 13,9    | 0,196              | 13,6                                    | 14,4            | 12,4    | 15,4     |
|                         | ≥13 г.к.                           | 14,0    | 0,181              | 13,7                                    | 14,4            | 12,8    | 15,4     |

$\alpha_{\text{танг.}}$  – тангенциальное разбухание;  $\alpha_{\text{рад.}}$  – радиальное разбухание;  $\alpha_{\text{об.}}$  – объёмное разбухание.

Важно отметить небольшое расхождение коэффициента анизотропии, то есть отношения показателей тангенциального и радиального разбухания, которое для средних значений варьирует от 2,2 до 2,4. Исходя из вышеизложенных результатов, существенного внимания заслуживает определение зависимости между исследуемыми показателями (рис. 2).



**Рисунок 2.** Зависимость между объёмной массой древесины и объёмным разбуханием

Уравнение зависимости между объёмным разбуханием и объёмной массой древесины пихты описывается степенной функцией ( $y = 1,94x^{0,32}$ ,  $R^2=0,51$ ), что свидетельствует о влиянии структурных изменений на свойства древесины, которые необходимо учитывать при выращивании древесины целевого назначения. Аналогичная тенденция зависимости характерна для плотности древесины в абсолютно сухом состоянии в группах образцов древесины по числу годичных колец в 1 см, что является древесиноведческим инструментарием при отборе высококачественной древесины пихты белой.

## ВЫВОДЫ

Благодаря полученным результатам исследования древесины пихты белой в лесорастительных условиях Закарпатья (Украина) нами установлено, что число годичных колец в 1 см и объёмная масса древесины интегрируют качественные свойства древесины пихты белой.

На основе обработанных данных систематизировано четыре группы по физическим показателям древесины. Древесина пихты белой классифицирована по числу годичных колец в 1 см на группы: I –  $\leq 2$  г.к.; II – 3-7 г.к.; III – 8-12 г.к. и IV –  $\geq 13$  г.к. Наибольший диапазон изменения объёмной плотности древесины характерен для группы образцов древесины с числом годичных колец более 13 шт.·см<sup>-1</sup>. Плотность древесины при влажности 10% изменяется от 500 до 582 кг·м<sup>-3</sup> со средним значением 533 кг·м<sup>-3</sup>, что существенно отличается от справочных данных.

Показатели разбухания древесины пихты белой свидетельствуют о значительной разнице между средними значениями образцов с ювенильной древесиной и числом годичных колец более 13 шт.·см<sup>-1</sup>. Для образцов древесины III (8-12 г.к.) и IV ( $\geq 13$  г.к.) группы присущи почти одинаковые средние значения объёмного разбухания. Различия характерны только для нижней и верхней границы радиального разбухания древесины. Зависимости между объёмным разбуханием и объёмной массой древесины описываются уравнением со степенной функцией.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ПОЛУБОЯРИНОВ, О.И. (1976). Квалиметрия древесного сырья в процессе лесовыращивания: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук. Ленинград: ЛТА. 46 с.
2. РАВЛЮК, І.П. (2009). Відтворення ялиці білої на генетико-селекційній основі у лісах карпатського регіону. У: Наук. вісн. НЛТУ України, вип. 19.1, с. 19-26. ISSN 1994-7836.
3. СОПУШИНСЬКИЙ, І.М. (2014). Внутрішньовидова диференціація клена-явора (*Acer pseudoplatanus* L.), бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) і ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) за декоративністю

- деревини [рукопис] : дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.03.03. Львів. 402 с.
4. СОПУШИНСЬКИЙ, І.М., ВІНТОНІВ, І.С. (2014). Деревинознавство: практикум. Львів: Ліга-Прес. 144 с. ISBN 978-966-397-237-0.
  5. ШВЫДЕНКО, А.Й. (1980). Пихтовые леса Украины. Львов: Вища школа. 192 с.
  6. GONZÁLEZ-RODRIGO, B., ESTEBAN, L.G., DE PALACIOS, P., GARCÍA-FERNÁNDEZ, F., GUINDEO, A. (2013). Variation throughout the tree stem in the physical-mechanical properties of the wood of *Abies alba* Mill. from the Spanish Pyrenees. In: *Madera y Bosques*, vol. 19(2), pp. 87-107. ISSN 1405-0471.
  7. LARJAVAARA, M., MULLER-LANDAU, H.C. (2010). Rethinking the value of high wood density. In: *Functional Ecology*, vol. 24, pp. 701-705. ISSN1365-2435.
  8. DIN-Taschenbuch 31: Normen über Holz. Berlin: Beuth, 2009. 602 p. ISBN-13: 978-3-410-23874-4.
  9. SOPUSHYNSKYI, I., KHARYTON, I., TEISCHINGER, A., MAYEVSKYY, V., HRYNYK, H. (2016). Wood density and annual growth variability of *Picea abies* (L.) Karst. growing in the Ukrainian Carpathians. In: *European Journal of Wood and Wood Products*, vol. 75(3), pp 419-428. ISSN 0018-3768.

Data prezentării articolului: 01.04.2019

Data acceptării articolului: 18.04.2019

УДК 630\*161(477)

## ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО ОБМЕНА ДЕРЕВЬЕВ ЗАЩИТНОЙ ПРИМАГИСТРАЛЬНОЙ ЛЕСОПОЛОСЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

Елена ПОНОМАРЁВА, Валентина БЕССОНОВА

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Украина

**Abstract.** The water-holding capacity and the intensity of transpiration of the leaves of trees was investigated in shelterbelts near the track M-18 (between the cities of the Dnepr and Zaporozhye on southeast of Ukraine). It was found that from June to September the water-holding capacity of *Armeniaca vulgaris*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus parvifolia*, *Populus alba* leaves increased most significantly. The average daily seasonal dynamics of transpiration in all species, except for *Juglans regia*, is characterized by a decrease in the intensity of this indicator by the middle of summer against the backdrop of increased drought. At the end of the growing season, on the background of a significant lack of water in the soil and high air temperatures, *Acer platanoides* and *Ulmus glabra* increase transpiration activity. In other species, the evaporation rate either decreases (*Populus alba*, *Aesculus hippocastanum*, *Armeniaca vulgaris*, *Juglans regia*), or almost does not change (*Acer saccharinum*, *Tilia cordata*, *Acer negundo*, *Ulmus parvifolia*, *Fraxinus lanceolata*, *Robinia pseudoacacia*). On the background of sufficient moisture content in the soil in almost all species, the maximum evaporation occurs during the daytime hours (11-14 hours), except for *Acer negundo* and *Acer platanoides*, which transpiration as much as possible in the morning. During drought in some species the greatest water losses occur in the morning and evening (*Ulmus glabra*, *Tilia cordata*, *Robinia pseudoacacia*). *Fraxinus lanceolata* and *Ulmus parvifolia* evaporate moisture only in the evening, while *Armeniaca vulgaris*, *Populus alba*, *Juglans regia* and *Acer saccharinum* have a low intensity of transpiration throughout the day.

**Key words:** Woody plants; Water holding capacity; Transpiration; Water regime; Protective roadside shelterbelts.

**Реферат.** Исследовали водоудерживающую способность и интенсивность транспирации листьев древесных видов, являющихся основой примагистральной лесополосы вдоль трассы М-18 на отрезке между городами Днепр и Запорожье (юго-восток Украины). Установлено, что с июня по сентябрь наиболее существенно возрастала водоудерживающая способность у листьев *Armeniaca vulgaris*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus parvifolia*, *Populus alba*. Среднесуточная сезонная динамика транспирации у всех видов, кроме *Juglans regia*, характеризуется снижением интенсивности этого показателя к середине лета на фоне усиления засухи. В конце вегетационного сезона на фоне существенного недостатка воды в почве и высоких температур воздуха у *Acer platanoides* и *Ulmus glabra* происходит усиление транспирационной активности, в то время как у остальных видов интенсивность испарения либо снижается (*Populus alba*, *Aesculus hippocastanum*, *Armeniaca vulgaris*, *Juglans regia*), либо почти не меняется (*Acer saccharinum*, *Tilia cordata*, *Acer negundo*, *Ulmus parvifolia*, *Fraxinus lanceolata*, *Robinia pseudoacacia*). Дневные изменения интенсивности транспирации показали, что на фоне достаточного содержания влаги в почве почти у всех видов максимум испарения приходится на дневные часы (11–14 часов), кроме *Acer negundo* и *Acer platanoides*, которые максимально транспирируют утром. По мере усиления засухи (июль и начало сентября) у некоторых видов наибольшие потери воды происходят утром и вечером (*Ulmus glabra*, *Tilia cordata*, *Robinia pseudoacacia*). *Fraxinus lanceolata* и *Ulmus parvifolia* максимально испаряют влагу вечером, а *Armeniaca vulgaris*, *Populus alba*, *Juglans regia* и *Acer saccharinum* имеют слабую интенсивность транспирации на протяжении всего дня.

**Ключевые слова:** Древесные растения; Водоудерживающая способность; Транспирация; Водный режим; Защитные примагистральные лесополосы.

### ВВЕДЕНИЕ

Проблема создания устойчивых защитных насаждений в условиях климата с недостаточным увлажнением волнует исследователей многих стран. Расширением ассортимента древесных растений, толерантных к засухе, давно уже занимаются в таких аридных уголках планеты как Египет (El-Lakany, M.H. 1983) и Австралия (Chunyang, L., Kaiyun, W. 2003), а также на засушливых территориях бывшего СССР: в Крыму (Багрова, Л.А. 2009), Хакасии (Гордеева, Г.Н. и др. 2011), на Алтае (Парамонов, Е.Г. и др. 2010). Придорожные насаждения существенно влияют на микроклимат: снижают температуру воздуха, защищают от шума, повышают влажность (Islama, N. 2013; Иванова, А.С. 2014). Древесные растения, которые являются составляющими защитных насаждений вдоль автотрассы международного значения, в степной зоне Украины ощущают двойную нагрузку: как со стороны климатических условий (недостаток осадков), так и со стороны че-



ловческой деятельности (уплотнение и засоление почвы, выбросы автомобильного транспорта, вибрация, несанкционированные свалки и т.д.). Для таких лесополос важно сохранение высокого уровня жизненности, информативным показателем которого является водный режим растений. Регуляция водного обмена, как одного из составляющих устойчивости древесных растений в условиях разных видов антропогенной нагрузки, часто становится объектом современных исследований (Осипова, Л.М. и др. 2009; Зайцева, И.А. 2010; Пономарева, Е.А. 2010; Вербицкая, О.А. 2011; Сейдафаров, Р.А. 2012; Зиятдинова К.З. и др. 2013; Криворучко, А.П. и др. 2017). Однако большинство этих работ посвящено реакции растений на промышленное загрязнение, в то время как исследования показателей водного обмена древесных растений придорожных лесополос практически отсутствуют. Для представления об устойчивости таких насаждений в засушливых условиях степи важно изучение их водного режима.

Цель данной работы – сравнить особенности транспирации и водоудерживающей способности у 12-ти древесных видов, которые составляют основу защитных примагистральных лесополос на юго-востоке Украины.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Вегетационный сезон во время изучения параметров водного обмена в примагистральном насаждении отличался неравномерным выпадением осадков. В конце весны и в начале июня наблюдалась достаточно прохладная погода с частыми дождями. Но со второй половины месяца происходило повышение дневных температур на фоне отсутствия осадков. Первые исследования вышеописанных параметров водного обмена осуществляли 28 июня при температуре 29°C и относительной влажности воздуха 62%. До этого дня 10 суток не было осадков. Наблюдения повторили 27 июля при температуре 26°C и относительной влажности воздуха 61%. Третий раз исследования потерь воды в листьях деревьев примагистральных лесополос проводили 2 сентября. В это время наблюдали аномально высокую дневную температуру (30–35°C), при этом влажность воздуха в середине дня падала ниже 30%. Для этого периода обычно характерно понижение температуры (в среднем на 5°C по сравнению с августом), но последние три года наблюдается аномально теплая и сухая погода в сентябре, и даже в начале октября.

Исследования проводили в малорядных (1–3 ряда) лесополосах ажурной конструкции. Интенсивность транспирации и водоудерживающую способность листьев исследовали у 12-ти древесных видов, которые являются преобладающими породами защитной примагистральной лесополосы вдоль трассы Днепр-Запорожье (Украина). Пробы отбирали у модельных деревьев, расположенных на расстоянии 5–6 м от магистрали. Использовали листья с годичных приростов, расположенных с юго-восточной стороны кроны, на высоте 2 м. Интенсивность транспирации устанавливали методом быстрого взвешивания на электронных весах ТВЕ–0,21–0,001, через 5 минут повторяли взвешивание. Количество испарившейся воды рассчитывали на 1 г сырой массы за час. Содержание общей воды в листьях, определяли высушиванием растительных образцов до постоянной массы, при температуре 105°C. Водоудерживающую способность устанавливали методом «завядания» по А.А. Арланду, рассчитывая потери воды через 30, 60 и 120 минут (Арланд, А.А. 1960). Исследования интенсивности транспирации делали в четырёхкратной повторности в 8<sup>00</sup>, 11<sup>00</sup>, 14<sup>00</sup>, 17<sup>00</sup> часов, измерение водоудерживающей способности – один раз в день в районе полудня. Результаты обработаны статистически с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

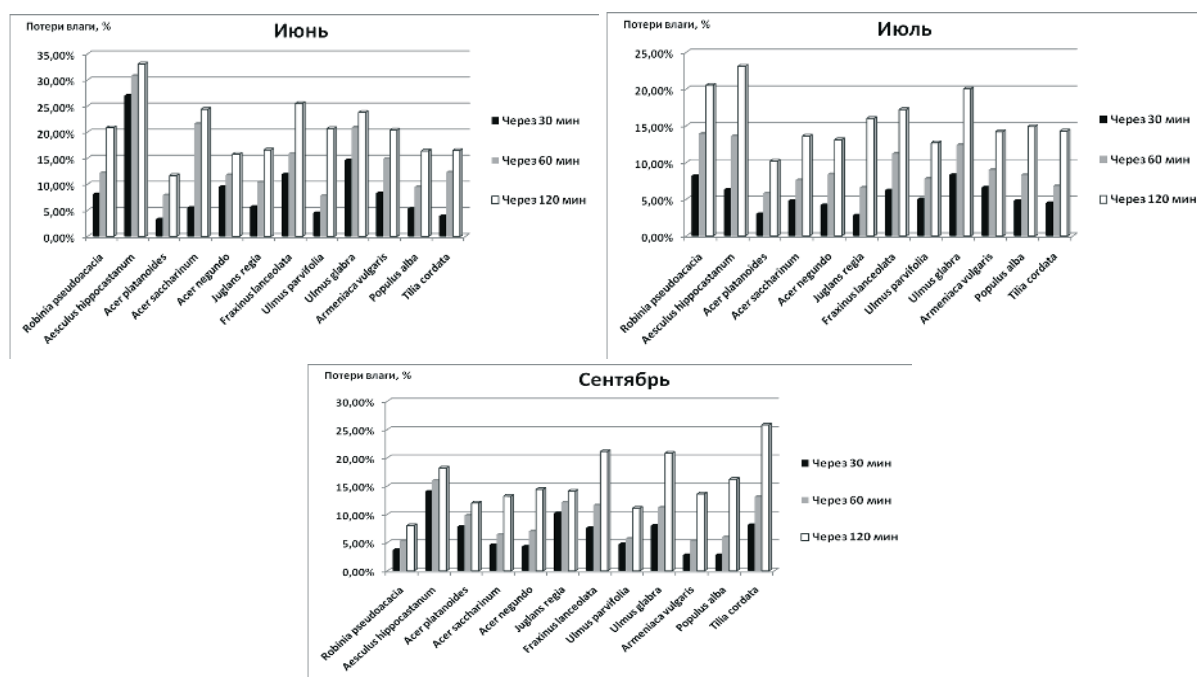
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Водоудерживающая способность – один из самых информативных показателей водного обмена древесных растений, который в определенной мере характеризует их засухоустойчивость (Еремеев, Г.Н., 1965; Арланд, А.А. 1960). Способность удерживать влагу и быстро восстанавливать тургор свидетельствует о хорошо сформированном механизме адаптации к стрессовым факторам (Ищук, Г.П. 2011; Кушниренко, М.Д. 1975; Бессонова, В.П. и др. 2016; Kozłowski, T.T. 1975). Водоудерживающие силы клеток зависят от содержания осмотически активных веществ. Изучение водоудерживающей способности листьев деревьев, являющихся основной составляю-

щей защитного придорожного насаждения, в течение вегетационного периода позволяет оценить способность этих видов выдерживать сочетание высокотемпературного стресса и длительной нехватки влаги в почве, а также выбросов автотранспорта.

Сравнительная характеристика водоудерживающей способности показала, что у большинства видов наблюдаются самые существенные потери воды в июне (рис. 1). Это, возможно, обусловлено достаточной оводненностью листьев в начале вегетационного периода. После 30-минутной экспозиции больше всего теряли влагу листья *Aesculus hippocastanum*, при этом потери воды были почти вдвое больше, чем у следующего по величине этого показателя вида – *Ulmus glabra* (27,0 и 14,6% соответственно). Через час после первого взвешивания наименьшая водоудерживающая способность присуща этим же видам, а также *Acer saccharinum*. После двухчасовой экспозиции пять пород теряли более 20% влаги от общей массы листьев – это *Robinia pseudoacacia*, *Aesculus hippocastanum*, *Ulmus glabra* и *Fraxinus lanceolata*. Самой высокой водоудерживающей способностью в июне характеризуются *Acer platanoides*, *Acer negundo*, *Juglans regia*, *Populus alba*, *Tilia cordata*. Потери влаги листьями этих видов через 2 часа экспозиции не превышают 17%.

В июле водоудерживающая способность относительно июня у большинства пород повысилась (*Aesculus hippocastanum*, *Acer platanoides*, *Acer saccharinum*, *Acer negundo*, *Juglans regia*, *Fraxinus lanceolata*, *Ulmus glabra*, *Ulmus parvifolia*, *Armeniaca vulgaris*) или почти не изменилась (*Robinia pseudoacacia*, *Populus alba*, *Tilia cordata*). По количеству потерянной воды, как и в июне, на первом месте *Aesculus hippocastanum*, но относительно июня потери влаги уменьшились у этого вида с 33 до 23% от массы листа. Низкие значения водоудерживающей способности сохраняются также у листьев *Robinia pseudoacacia* и *Ulmus glabra* (потери влаги соответственно 20,5% и 20,0% через 120 мин после первого взвешивания). Лучшая способность сохранять воду обнаружена у *Ulmus parvifolia* и всех исследованных видов кленов. Мало теряют влаги и листья *Juglans regia* в первый час экспозиции, но через 2 часа степень завядания листьев этого вида резко повышается (рис. 1).



**Рисунок 1.** Динамика водоудерживающей способности листьев деревьев в примагистральном насаждении, % от общего содержания воды в листьях

Средними значениями водоудерживающей способности характеризуются *Armeniaca vulgaris*, *Populus alba* и *Tilia cordata* – количество потерянной влаги через 120 минут после начала опыта не превышает 15%.

В начале сентября наблюдается значительный рост водоудерживающей способности по сравнению с предыдущими месяцами у *Robinia pseudoacacia* (в 2,5 раза), несколько уменьшились

потери воды у *Aesculus hippocastanum* (в 1,2 раза). У других видов значения этого показателя по сравнению с июлем или почти не изменились (*Acer saccharinum*, *Acer negundo*, *Juglans regia*, *Ulmus glabra*, *Ulmus parvifolia*, *Armeniaca vulgaris*) или несущественно снизились (*Acer platanoides*, *Fraxinus lanceolata*).

Значительное падение водоудерживающей способности наблюдали у *Tilia cordata* (с 14,3% в июне до 25,8% в начале сентября после 2-х часовой экспозиции). Итак, худшие показатели водоудерживающей способности (то есть самая большая степень увядания) в сентябре присущи *Tilia cordata*, *Fraxinus lanceolata* и *Ulmus glabra*. Существуют наблюдения, что у более засухоустойчивых видов наблюдается рост водоудерживающей способности при ухудшении условий роста. Так, В.П. Бессонова с соавторами отмечала возрастание водоудерживающей способности у ксерофита робинии псевдоакации в сухих условиях по сравнению со свежеватыми (1975).

Водоудерживающая способность является видоспецифическим признаком и зависит от скорости потери воды тканями, которая в свою очередь определяется особенностями белков цитоплазмы. Чем медленнее растение теряет воду, тем выше его водоудерживающая способность и, следовательно, оно может дольше выносить обезвоживание (Беляева, Ю.В. 2014). С июня по сентябрь наиболее существенно возрастал этот показатель у листьев *Armeniaca vulgaris*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus parvifolia*, *Populus alba*. Достаточно высокие показатели водоудерживающей способности у кленов ясенелистного и серебристого, ореха грецкого. Хотя, по данным А.В. Богданова (2009), орех грецкий по сравнению с североамериканскими видами орехов имеет невысокий уровень засухоустойчивости.

Таким образом, по абсолютным потерям влаги листьями наибольшую водоудерживающую способность имеют такие породы, как *Ulmus parvifolia*, *Armeniaca vulgaris* и *Populus alba*, а также *Acer platanoides*, *Acer saccharinum* и *Acer negundo*. Высокую водоудерживающую способность у кленов остролистного и серебристого в условиях урботехногенного стресса наблюдала также Н.Г. Нестерова (2012). Низкие показатели водоудерживающей способности выявлены у *Tilia cordata*, *Aesculus hippocastanum*, *Ulmus glabra* и *Fraxinus lanceolata*. У *Robinia pseudoacacia* наблюдается существенное повышение водоудерживающей способности к сентябрю.

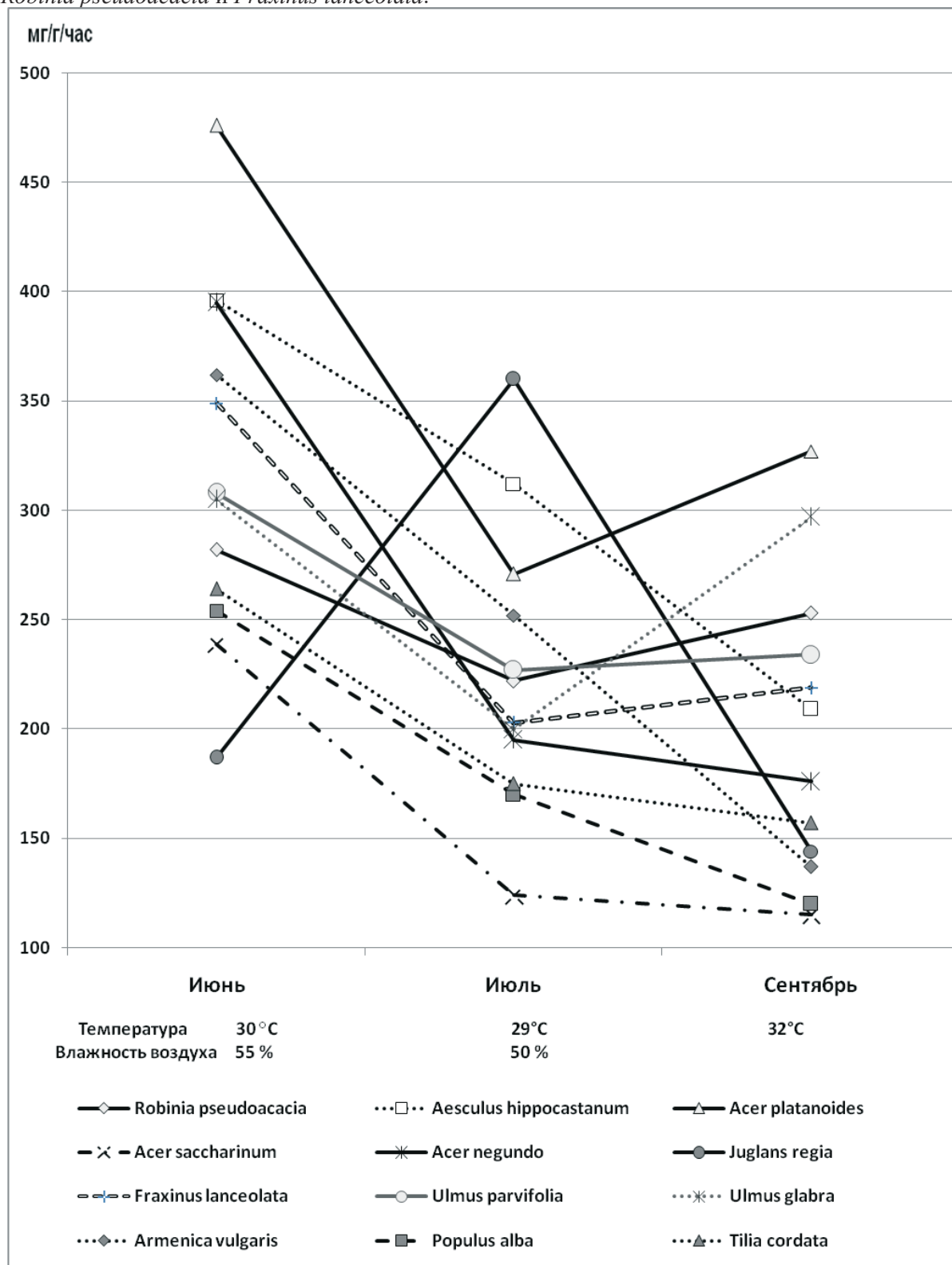
Транспирация относится к информативным показателям в системе растение – окружающая среда, как на видовом, так и на ценоотическом уровне. По этому показателю можно оценивать состояние растений и фитоценозов не только в природных условиях, но и на территориях с высокой антропогенной нагрузкой. Транспирация у наземных растений в большинстве случаев сильно превышает величину потерь воды, необходимую для обеспечения процесса перемещения веществ в растении. Установлено, что существует тенденция в отставании поглощения воды корнями от транспирации (Крамер, П.Д., Козловский, Т.Т. 1983). В результате, даже при достаточной увлажненности почвы возникает водный дефицит, который растет по мере высыхания почвы (Kozłowski, Т.Т. 1975). Замедление процесса испарения ведет к перегреву листьев и появлению так называемого «запала» – краевого некроза листьев.

Во время первого измерения интенсивности транспирации листьев (конец июня) наблюдался достаточный запас влаги в почве. Как видно из рисунка 2, среднесуточные показатели интенсивности испарения влаги самые высокие именно в этот период и составляют от 187 мг/г/час у *Juglans regia* до 426 мг/г/час у *Acer platanoides* (рис.2). Высокую интенсивность транспирации отмечаем у *Aesculus hippocastanum*, *Acer negundo*, *Armeniaca vulgaris* и *Fraxinus lanceolata* (выше 350 мг/г/час). Более низкие показатели интенсивности транспирации зарегистрированы у *Tilia cordata*, *Populus alba*, *Acer saccharinum* и *Juglans regia* (от 267 мг/г/час и ниже).

В конце июля вследствие установления высоких температур и недостаточного количества осадков можно увидеть существенное снижение среднесуточной интенсивности транспирации у всех видов, кроме *Juglans regia* – он с последнего места в июне поднялся на первое. Для всех остальных пород порядок расположения по степени испарения влаги не изменился.

В начале сентября наблюдали очень высокие температуры воздуха на фоне полного отсутствия осадков. Относительная влажность воздуха днем падала ниже 30%, а температура поднималась выше 35°C (рис.2). Самая высокая интенсивность среднесуточной транспирации в таких условиях отмечалась у *Acer platanoides*, *Ulmus glabra*, *Robinia pseudoacacia*. Листья деревьев этих

видов транспирировали активнее, чем в июле. Усиление транспирации в начале сентября на фоне сильной засухи наблюдали у *Ulmus glabra* и *Acer platanoides*, что говорит о слабой приспособительной реакции этих видов по данному физиологическому процессу. Незначительное усиление интенсивности транспирации в сентябре по сравнению с июльскими показателями обнаружено у *Robinia pseudoacacia* и *Fraxinus lanceolata*.



**Рисунок 2.** Среднесуточная интенсивность транспирации листьев древесных пород примагистральной лесополосы в течение вегетации, мг/г/час



У большинства видов листья испаряли влаги меньше по сравнению с июнем (это *Tilia cordata*, *Juglans regia*, *Populus alba*, *Aesculus hippocastanum*). Существенное падение интенсивности транспирации в сентябре по сравнению с июлем наблюдается у *Juglans regia* (на 60,0%), *Armeniaca vulgaris* (на 45,6%), *Aesculus hippocastanum* (на 33,2%). Надо отметить, что во время достаточной влажности почвы (до середины лета) эти виды показывали высокий уровень транспирации. Однако, у таких видов как *Robinia pseudoacacia*, *Acer platanoides*, *Ulmus glabra* потери воды в сентябре больше, чем в июле. Это объясняется тем, что на интенсивность транспирации влияет много факторов, главным из которых является почвенная влагообеспеченность растений (Коцюбинская, Н.П. 1978; Кушниренко, М.Д. 1975). К важным факторам относят также влажность и температуру воздуха (Чернышенко, О.В. 2017). Приспособлением к недостатку влаги в почве часто становится снижение интенсивности транспирации (Иванов, Л.А. 1952; Мао, Ц. 2004; Шевченко, С.М. 2009). Подобные условия складывались и в нашем эксперименте.

Таким образом, сравнение среднесуточных показателей транспирации листьев исследуемых пород свидетельствует, что они ниже в конце вегетации по сравнению с ее началом. Аналогичные результаты наблюдали Л.А. Князева и К.И. Овчинникова (1966), изучавшие этот процесс у девяти видов древесных пород в условиях Уральского стационара (сухая степь). Лишь у одного вида отмечалось повышение интенсивности транспирации в конце вегетации (смородина золотистая). Также следует отметить несовпадение видового состава изучаемых объектов с нашими объектами, за исключением вяза мелколистного.

Ряд авторов также отметили, что в первую половину вегетации, когда влаги достаточно, транспирация отличается максимальной интенсивностью. Однако с падением влажности почвы этот процесс резко снижается (Иванов, Л.А. и др. 1963).

Таким образом, анализ среднесуточной интенсивности транспирации показал, что наиболее существенные потери воды наблюдали у таких видов как *Aesculus hippocastanum* и *Acer platanoides*. Высокие показатели испарения воды листьями у *Acer platanoides* могут быть объяснены тем, что это растение относится к группе мезофитов (Бельгард, А.Л., 1971) и его листья имеют мезоморфную структуру, хотя могут выдерживать кратковременный водный дефицит и перегрев, но очень требовательно к влажности почвы (Аксенова, 1975). Невысокие показатели интенсивности транспирации на протяжении всей вегетации наблюдали у *Acer saccharinum* и *Populus alba*, а также у *Tilia cordata*. Следует, однако, указать, что у таких растений, как *Ulmus glabra* и *Acer saccharinum* интенсивность этого процесса практически не изменилась по сравнению с июлем.

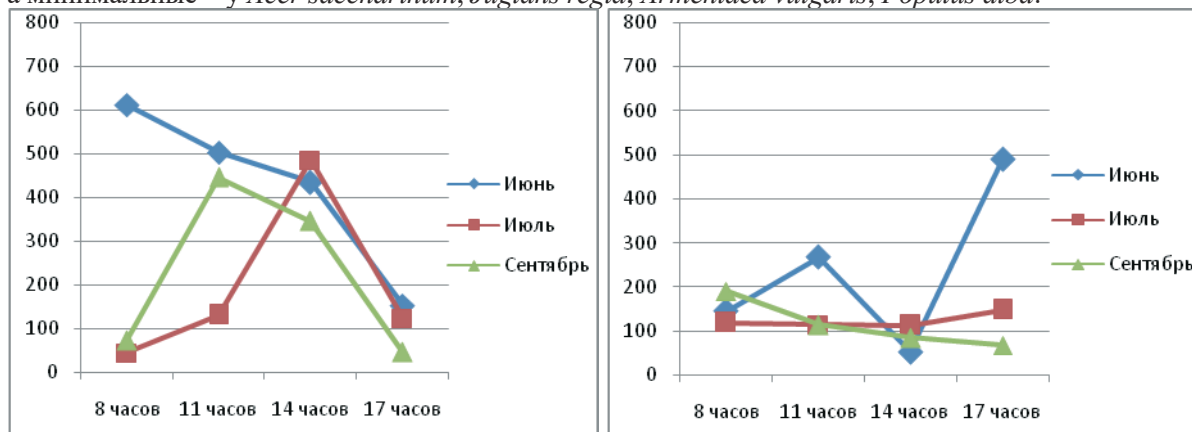
Дневная динамика активности транспирационных процессов в листьях деревьев придорожной защитной лесополосы существенно меняется в течение вегетации. В июне пик интенсивности испарения воды приходится преимущественно на вторую половину дня (рис.3). Утром максимальная интенсивность транспирации наблюдается только у *Acer negundo*, позже она существенно падает. Высокий уровень испарения воды выявлен также у листьев *Aesculus hippocastanum*, но пик транспирации для этой породы приходится на 14 часов. После 14-ти часов усиливаются процессы транспирации у *Robinia pseudoacacia*, *Acer saccharinum*. Относительно равномерно в течение дня происходит испарение влаги у листьев *Populus alba* и *Juglans regia*. Минимум транспирации в наиболее жаркий период дня (14 часов) наблюдается у *Acer saccharinum*. Снижение интенсивности этого процесса после максимума в 11 часов выявлено у *Tilia cordata*.

Таким образом, у большинства видов в самый жаркий период дня в начале вегетации наблюдается высокая интенсивность транспирации (*Robinia pseudoacacia*, *Aesculus hippocastanum*, *Juglans regia*, *Fraxinus lanceolata*, *Ulmus parvifolia*, *Ulmus glabra*, *Armeniaca vulgaris*, *Populus alba*). И лишь один вид проявляет регуляцию процесса транспирации – *Acer saccharinum*.

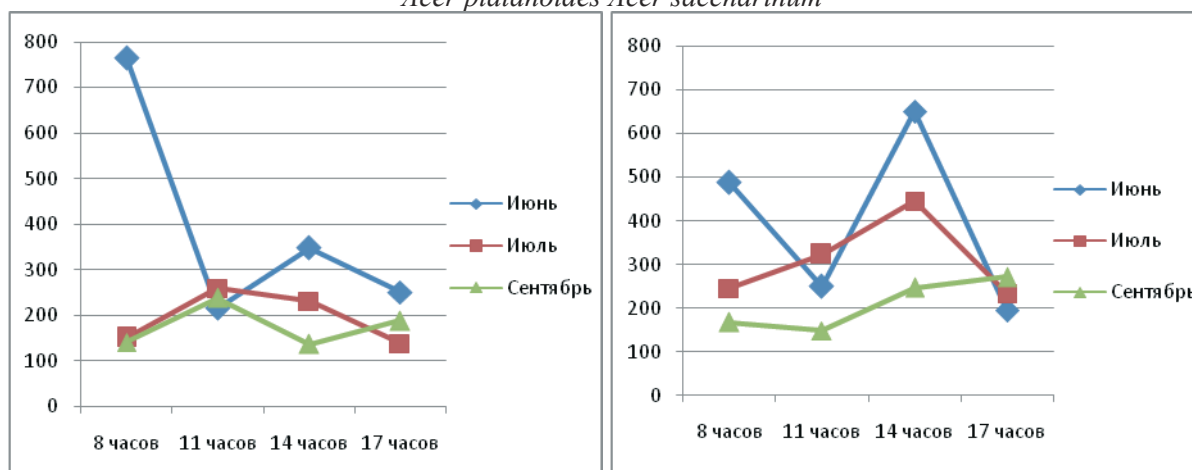
В июле тенденция дневного хода транспирации сохраняется – у 7-ми видов из 12-ти пик интенсивности транспирации приходится на 14 часов (рис.3). В первой половине дня, как и в июне, больше испаряется влаги листьями *Acer negundo*, *Armeniaca vulgaris* и *Tilia cordata*, хотя различия с показателем в 14 часов небольшие. Снижение интенсивности испарения воды листьями в самый жаркий период дня наблюдается только у *Robinia pseudoacacia*. У *Acer saccharinum* этот показатель почти не изменяется в течение дня. Слабые колебания его характерны и для *Tilia cordata*.

В начале сентября на фоне длительной засухи происходит существенное перераспределение хода транспирации: у большинства видов (двух видов кленов (*Acer negundo* и *Acer platanoides*, *Ul-*

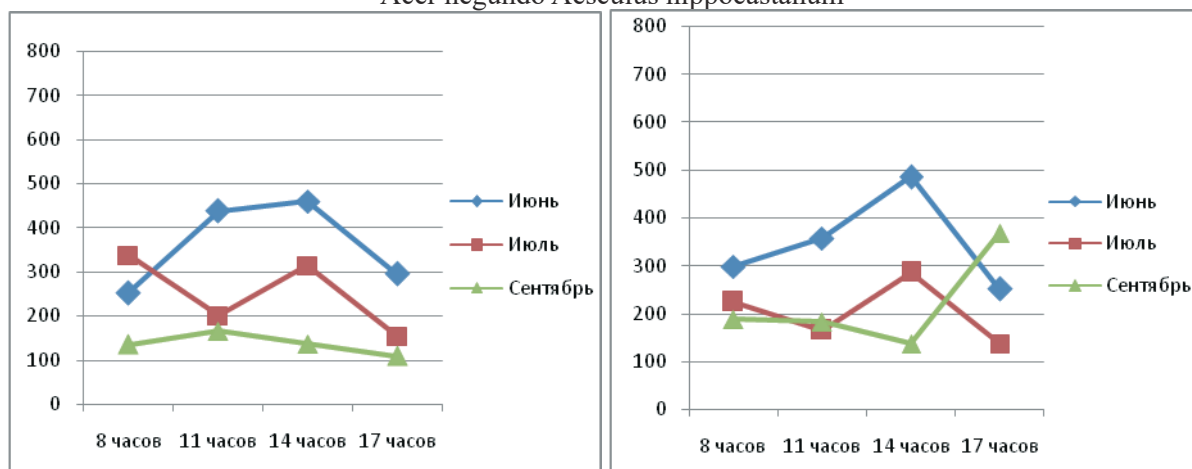
*mus glabra*, *Populus alba*, абрикоса и *Tilia cordata*) максимальная интенсивность транспирации наблюдается в утренние часы. В середине дня падение интенсивности испарения влаги происходит у *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Fraxinus lanceolata* и *Ulmus parvifolia*, которое потом возрастает вечером. Постепенное возрастание транспирации с максимумом в 17 часов наблюдается у *Ulmus parvifolia*, *Juglans regia* и *Aesculus hippocastanum*. У этих видов не отмечается падение данного параметра в самый жаркий период дня. Наиболее высокие величины этого процесса в сентябре на фоне недостатка воды в почве и высоких температур установлены у *Acer platanoides*, вяза гладкого, а минимальные – у *Acer saccharinum*, *Juglans regia*, *Armeniaca vulgaris*, *Populus alba*.



*Acer platanoides* *Acer saccharinum*

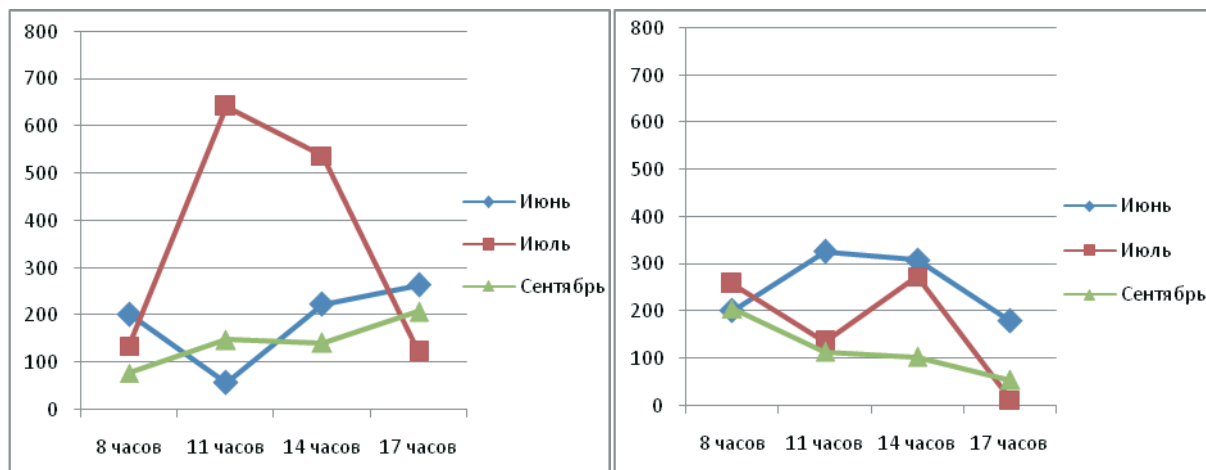
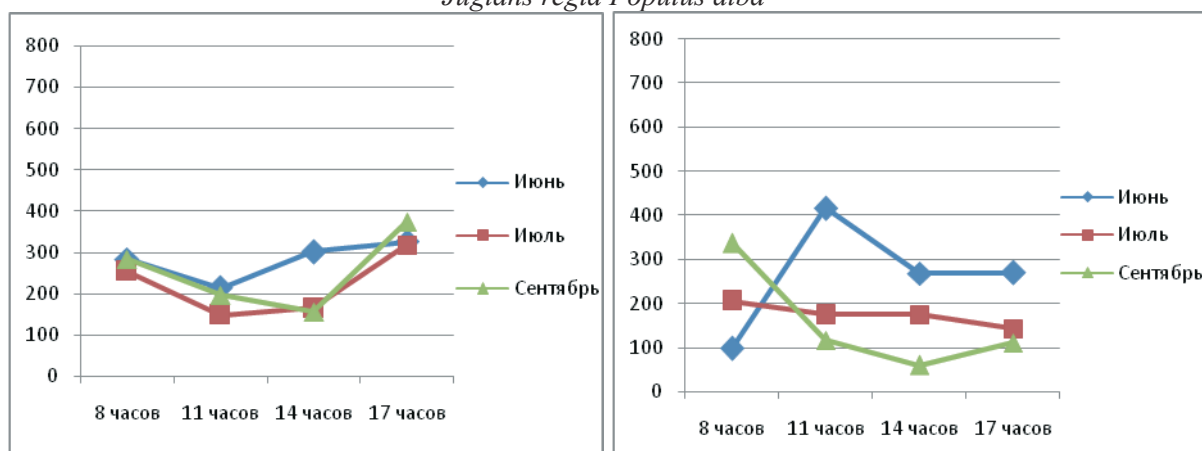
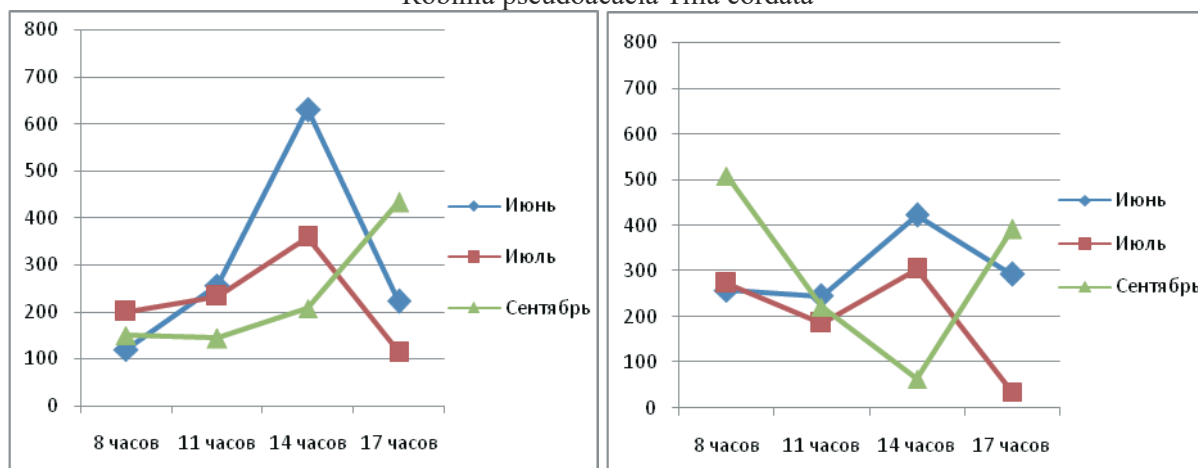


*Acer negundo* *Aesculus hippocastanum*



*Armeniaca vulgaris* *Fraxinus lanceolata*

**Рисунок 3.** Дневные изменения интенсивности транспирации листьев древесных пород примыкающей лесополосы, мг/г сырой массы за час

*Juglans regia Populus alba**Robinia pseudoacacia Tilia cordata**Ulmus parvifolia Ulmus glabra*

**Рисунок 3.** Дневные изменения интенсивности транспирации листьев древесных пород примыкающей лесополосы, мг/г сырой массы за час (продолжение)

Итак, большинство исследуемых видов в большей или меньшей степени проявляют неспецифические механизмы адаптации к стрессовым факторам среды: падение интенсивности транспирации при наиболее высоких температурах и сухости воздуха (июль, сентябрь). Сезонная и дневная динамика интенсивности транспирации органами ассимиляции деревьев наглядно показывает, какие породы защитной лесополосы лучше приспособляются к засухе. Наиболее четко в июле и начале сентября способность к регуляции транспирации в полуденные часы выражена у листьев *Robinia pseudoacacia*, а в сентябре у *Ulmus glabra* и *Tilia cordata*. Именно эти виды характеризуются слабой водоудерживающей способностью, потому важным механизмом приспособления к высоким температурам является снижение потерь воды в процессе транспирации регуляцией движения устьиц. Эти виды можно отнести к гидростабильным.

Стабильно низкую интенсивность транспирации в течение вегетации проявляют *Acer saccharinum* и *Populus alba*. Листья последнего имеют войлочное опушение, что, по мнению некоторых ученых, позволяет регулировать испарение (Максимов, Н.А., 1944; Колесниченко, О.В. 2010). Уменьшения испарения влаги в условиях недостатка воды в почве и воздухе (в июле, а особенно в сентябре) наблюдали также у *Aesculus hippocastanum*, и *Acer negundo*. Но анализ сезонной динамики транспирации у этих видов показывает неравномерные и достаточно высокие потери воды на фоне высоких температур и инсоляции.

Исследование жизненного состояния деревьев именно этого придорожного защитного насаждения, осуществленная нами ранее (Пономарева, Е.А. 2015), подтверждает, что *Acer saccharinum* и *Populus alba* относятся к категории устойчивых видов, а *Tilia cordata* и *Fraxinus lanceolata* представлены преимущественно ослабленными экземплярами. Существенная интенсивность транспирации у большинства исследованных видов может быть обусловлена также близким расположением автополотна, которое отражает тепло и увеличивает температурный стресс для растений примагистральных лесополос. Это приводит к необходимости увеличивать объемы испаряемой воды, что защищает деревья от перегрева.

## ВЫВОДЫ

На протяжении вегетации водоудерживающая способность почти всех древесных видов лесополосы претерпевала изменения. С июня по сентябрь существенное возрастание этого показателя наблюдается у *Robinia pseudoacacia*, *Aesculus hippocastanum*, *Armeniaca vulgaris*, *Ulmus parvifolia*. Относительно небольшие потери воды на всех этапах исследований присущи листьям *Populus alba*, *Acer negundo* и *Acer saccharinum*, *Juglans regia*. Для остальных видов характерна либо большая потеря воды на протяжении всего сезона (*Fraxinus lanceolata*, *Ulmus glabra*), либо ухудшение водоудерживающей способности на фоне засухи (*Tilia cordata*) в конце вегетации.

Среднесуточная сезонная динамика транспирации у всех видов, кроме *Juglans regia*, характеризуется снижением интенсивности этого показателя к середине лета на фоне усиления засухи. В конце вегетационного сезона на фоне существенного недостатка воды в почве и высоких температур воздуха у *Acer platanoides* и *Ulmus glabra* происходит усиление транспирационной активности, в то время как у остальных видов интенсивность испарения либо снижается (*Populus alba*, *Aesculus hippocastanum*, *Armeniaca vulgaris*, *Juglans regia*), либо почти не меняется (*Acer saccharinum*, *Tilia cordata*, *Acer negundo*, *Ulmus parvifolia*, *Fraxinus lanceolata*, *Robinia pseudoacacia*).

Дневные изменения интенсивности транспирации показали, что на фоне достаточного содержания влаги в почве (в июне) почти у всех видов максимум испарения приходится на дневные часы (11–14 часов), кроме кленов ясенелистного и остролистного, которые максимально транспирируют утром. По мере усиления засухи (июль и начало сентября) у некоторых видов наибольшие потери воды происходят утром и вечером (*Ulmus glabra*, *Tilia cordata*, *Robinia pseudoacacia*). *Fraxinus lanceolata* и *Ulmus parvifolia* максимально испаряют влагу только вечером, а *Armeniaca vulgaris*, *Populus alba*, *Juglans regia* и *Acer saccharinum* имеют слабую интенсивность транспирации на протяжении всего дня.

Таким образом, наиболее засухоустойчивыми в придорожном насаждении по таким показателям водного режима, как водоудерживающая способность и интенсивность транспирации, в условиях Северной Степи Украины, являются *Acer saccharinum*, *Armeniaca vulgaris*, *Ulmus parvi-*



*folia* и *Populus alba*. Худшую приспособленность к стрессовым условиям роста наблюдаем у *Tilia cordata*, *Aesculus hippocastanum*, *Ulmus glabra* и *Fraxinus lanceolata*.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АРЛАНД, А.А. (1960). Использование физиологических показателей в сельском хозяйстве. В: Физиология растений, т. 7, вып. 2, с. 160-168. ISSN 0015-3303.
2. БАГРОВА, Л.А., ГАРКУША, Л.Я. (2009). Искусственные лесонасаждения в Крыму. В: Экосистемы, их оптимизация и охрана, вып. 20. С. 134–145. ISSN 2078-967X.
3. БЕЛЬГАРД, А.Л. (1971). Степное лесоведение. Москва: Лесная промышленность. 321 с.
4. БЕЛЯВА, Ю.В. (2014). Результаты исследования водоудерживающей способности листовых пластинок *Betula pendula* Roth., произрастающей в условиях антропогенного воздействия (на примере г. Тольятти). В: Известия Самарского науч. центра РАН, т. 16, № 5, с. 1654-1659. ISSN 1990-5378.
5. БЕСОНОВА, В.П. и др. (1975). Некоторые особенности водного режима акации белой, произрастающей в разных условиях увлажнения. В: Вопросы степного лесоведения и охраны природы, вып. 5, с. 136-142.
6. БЕСОНОВА, В.П. и др. (2016). Водний обмін листя *Quercus robur* у протиерозійному насадженні на півдні ареалу виду. У: Вісник Дніпропетровського ун-ту. Серія Біологія, екологія, вип. 24(2), с. 444-450. ISSN 2310-0842.
7. БОГДАНОВ, А.В. (2009). Биоэкологическое обоснование применения видов рода *Juglans* L. в условиях засушливого климата. В: Аграрный вестник Урала, вып. 8(62), с. 80-81. ISSN 1997-4868.
8. ВЕРБИЦКАЯ, О.А. (2011). Водный обмен древесных растений в условиях хронического действия органических ксенобиотиков. У: Питання біоіндикації та екології, вип. 16, с. 93-103. ISSN 2312-2056.
9. ГОРДЕЕВА, Г.Н. и др. (2011). Эколого-биологические основы сохранения биоразнообразия растений в засушливых условиях Хакасии. В: Достижения науки и техники АПК, вып. 4, с. 16-19. ISSN 0235-2451.
10. ЕРЕМЕЕВ, Г.Н. (1965). Краткий обзор методов засухоустойчивости форм и сортов плодовых. В: Проблемы современной ботаники, т. 6, с. 333-337.
11. ЗАЙЦЕВА, І.О., ГОЛИКОВА, М.М. (2010). Особливості водного режиму кленів за умов гідротермічного стресу та техногенного навантаження. У: Питання біоіндикації та екології. вип. 15, № 1, с. 53-63. ISSN 2312-2056.
12. ЗИЯТДИНОВА, К.З. и др. (2013). Водный обмен листьев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условия техногенного загрязнения окружающей среды. В: Вестник Челябинского гос. ун-та, вып. 2, № 7(298), с. 181-184. ISSN 2409-4102.
13. ИВАНОВ, Л. А. и др. (1952). О транспирации полезащитных пород в условиях Деркульской степи. В: Ботанический журнал, т. 37, № 2, с. 113-127. ISSN 0006-8136.
14. ИВАНОВ, Л.А., ГУМИДОВА, И.В., ЦЕЛЬНИКЕР, Ю.Л., ЮРИНА, Е.В. (1963). Фотосинтез и транспирация древесных пород в различных климатических зонах. В: Водный режим в связи с обменом веществ и продуктивностью. Москва: Из-во АН СССР, с. 121–127.
15. ИВАНОВА, А.С. (2014). Влияние параметров придорожных лесных полос на снижение шума вблизи автомобильных дорог (на примере Саратовского Правобережья): Автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.02.08. – экология. Саратов. 22 с.
16. ИЩУК, Г.П. (2011). Посухостійкість північноамериканських видів роду *Juglans*. У: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 21(17), с. 38-43. ISSN 1994-7836.
17. КНЯЗЕВА, Л.А., ОВЧИННИКОВА, К.И. (1966). Транспирация древесных пород и кустарников в условиях Уральского стационара. В: Искусственные насаждения и их водный режим в зоне каштановых почв. Москва: Наука, с.126-140.
18. КОЛЕСНИЧЕНКО, О.В. и др. (2010). Оцінка жаро- і посухостійкості саджанців рослин каштана їстівного (*Castanea sativa* Mill.) та гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.). У: Наукові доповіді НУБіП, вип. 2(18), с. 85-96. ISSN 2223-1609.
19. КОЦЮБИНСКАЯ, Н.П. (1978). Водный обмен дуба и сопутствующих пород в пристенных и пойменных лесных биогеоценозах юго-востока Украины (на примере Присамарья): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Днепропетровск. 21 с.
20. КРАМЕР, П.Д., КОЗЛОВСКИЙ, Т.Т. (1983). Физиология древесных растений. Москва: Лесная промышленность. 464 с.
21. КРИВОРУЧКО, А.П., БЕССОНОВА, В.П. (2017). Характеристика водного обмена листьев *Quercus robur* L. и *Quercus rubra* L. в чистых и смешанных группах. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 66-73. ISSN 1857-0003.
22. КУШНИРЕНКО, М.Д. (1975). Физиология водообмена и засухоустойчивости плодовых растений. Кишинев: Штиинца. 216 с.

23. МАКСИМОВ, Н.А. (1944). Развитие учения о водном режиме и засухоустойчивости растений от Тимирязева до наших дней. Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР. 47 с.
24. МАО, Ц. и др. (2004). Водный обмен листа березы и лиственницы и их устойчивость к кратковременной и длительной засухе. В: Физиология растений, т. 51, № 5, с. 773-777. ISSN 0015-3303.
25. НЕСТЕРОВА, Н.Г. (2012). Особливості водного режиму в декоративних деревних рослин у м. Київ. У: Садівництво, вип. 66, с. 168-172. ISSN 0558-1125.
26. ОСИПОВА, Л.М., СУМСКАЯ, А.Н. (2009). Характер влияния атмосферных токсикантов на содержание разных форм воды и интенсивность транспирации листьев древесных растений. У: Проблемы экологии та охорони природи техногенного регіону, № 1(9), с. 202-206. ISSN 2077-3366.
27. ПАРАМОНОВ, Е.Г. и др. (2010). Ассортимент древесных пород в лесополосах сухой степи в условиях изменения климата. В: Мир науки, культуры, образования, вып. 4-1, с. 280-282. ISSN 1991-5497.
28. ПОНОМАРЁВА, Е.А. (2015). Анализ состояния защитных придорожных насаждений трассы Днепропетровск-Запорожье. В: Вестник Донского гос. аграрного ун-та, № 3, ч.1, с. 52-60. ISSN 2311-1968.
29. ПОНОМАРЁВА, Е.А. (2010). Порівняння водоутримуючої здатності листків рослин роду *Tilia* L. та вплив на цей процес викидів автотранспорту в умовах південного сходу України. У: Питання біоіндикації та екології, вип. 15, № 2, с. 87-96. ISSN 2312-2056.
30. СЕЙДАФАРОВ, Р.А., САФИУЛЛИН, Р.Р. (2012). Влияние смешанного типа загрязнения на древостои основных лесобразователей поселка Приютово. В: Известия Самарского научного центра РАН, т. 14, № 1(6), с. 1532-1535. ISSN 1990-5378.
31. ЧЕРНЫШЕНКО, О.В., и др. (2017). Интенсивность транспирации листьев у некоторых видов рода *Racoma* L. как один из возможных показателей их адаптации к условиям среды. В: Лесной вестник, т. 21, № 3, с. 78-86. ISSN 2542-1468.
32. ШЕВЧЕНКО, С.М. (2009). Інтенсивність транспірації листям карагани деревоподібної (*Caragana arborescens* Lam.) у придорожніх захисних лісових насадженнях Центрального Поділля. У: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 19.7, с. 40-43. ISSN 1994-7836.
33. EL-LAKANY, M.H. (1983). A review of breeding drought resistant *Casuarina* for shelterbelt establishment in arid regions with special reference to Egypt. In: Forest Ecology and Management, vol. 6(2), pp. 129-137. ISSN 0378-1127.
34. CHUNYANG, L., KAIYUN, W. (2003). Differences in drought responses of three contrasting *Eucalyptus microtheca* F. Muell. Populations. In: Forest Ecology and Management, vol. 179(1-3), pp. 377-385. ISSN 0378-1127.
35. KOZLOWSKI, T.T., DAVIES, W.J. (1975). Control of water loss in shade trees. In: Journal of arboriculture, vol. 1(5), pp. 81-90. ISSN 0278-5226.
36. ISLAMA, N et al. (2012). Pollution attenuation by roadside greenbelt in and around urban areas. In: Urban Forestry & Urban Greening, vol. 11(4), pp. 460-464. ISSN 1618-8667.

Data prezentării articolului: 16.03.2019

Data acceptării articolului: 03.05.2019

УДК 630\*17:582.471.1(477)

## ТИС ЯГОДНЫЙ (*TAXUS BACCATA* L.) В УКРАИНСКИХ КАРПАТАХ: ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПРИЧИНЫ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ

**Василь ЗАЯЧУК***Национальный лесотехнический университет Украины, г. Львов, Украина*

**Abstract.** The historical course of scientific researches related to *Taxus baccata* in the Ukrainian Carpathians was analyzed. The present typological, high-altitude and exposition structure of distribution of plantations with the participation of *Taxus baccata* in the Ukrainian Carpathians was established. The area of the stand distribution with the participation of this species in the region of research was specified. It is established that the total area of the forest plantations with the participation of *Taxus baccata* in the Ukrainian Carpathians is 285,0 ha. The ecological, forestry and economic value of this species are analyzed. The reasons for its disappearance in the research area are detailed. Restrictive factors of distribution of *Taxus baccata* L. in the area of the Ukrainian Carpathians are established. The reasons for the significant reduction of the *Taxus baccata* L. in the Carpathians and largely cutting in the past of its trees was the extremely high economic value of wood, unsatisfactory restoration, slow growth, low competitiveness, unsatisfactory seed placement under the complete forest canopy and its poisoning.

**Key words:** Ukrainian Carpathians; *Taxus baccata* L.; Age group; Wood stand; Density; Exposure slope; Causes of disappearance.

**Реферат.** Проанализирован исторический ход научных исследований, связанных с тисом ягодным в Украинских Карпатах. Определена реальная типологическая, высотная и экспозиционная структура распространения насаждений с участием тиса ягодного в Украинских Карпатах. Уточнена площадь распространения древостоев с участием этого вида в регионе исследований. Установлено, что общая площадь лесных насаждений с участием тиса ягодного в Украинских Карпатах составляет 285,0 га. Проанализирована экологическая, лесоводственная и хозяйственная ценность этого вида. Детализированы причины его исчезновения в регионе исследований. Установлены сдерживающие факторы распространения тиса ягодного на территории Украинских Карпат. Причинами значительного сокращения ареала тиса ягодного в Карпатах и массовой его вырубki в прошлом являются чрезвычайно высокая хозяйственная ценность древесины, неудовлетворительное восстановление, медленный рост, низкая конкурентная способность, неудовлетворительное семяношение под пологом древостоев и его ядовитость.

**Ключевые слова:** Украинские Карпаты; *Taxus baccata* L.); Группа возраста; Древостой; Полнота; Бонитет; Экспозиция склонов; Причины исчезновения.

### ВВЕДЕНИЕ

Для решения важных лесоводственных задач в Украинских Карпатах, прежде всего, следует изучать чрезвычайно актуальные проблемы, связанные с лесоводственно-экологическими особенностями формирования, роста и развития древостоев, в частности, с участием видов, занесенных в «Красную книгу Украины», их распространения, морфологического строения, пространственной структуры, причин исчезновения и естественного восстановления. Одним из таких видов на территории Украины является тис ягодный (*Taxus baccata* L.), который находится под охраной, поскольку занесен в «Красную книгу Украины».

Первые научные публикации посвящены проблематике распространения, особенностей роста и охраны древостоев тиса ягодного на территории Украинских Карпат появляются в конце XIX - первой половине XX в. (Spousta, W. 1893; Грушевский, М. 1912; Szafer, W. 1913; Sokolowski, S. 1920; Kontny, P. 1937). Ученые открывают для науки и описывают места распространения тиса ягодного в регионе исследований.

Так, Петр Контный (1937) изучал формирование верхней границы леса в Карпатах, распространение, рост и сохранение, в частности, тиса ягодного. Результаты своих длительных научных изысканий автор аргументировал архивными материалами об исторических фактах по исследованиям лесов Восточных Карпат. Результаты его ботанических и лесных исследований освещены, в частности, в трудах: «Материалы к истории лесов в Восточных Карпатах» (1939) и «Из прошлого тиса» (1937) (последняя опубликована в отчете о работе общества друзей Гуцульщины, созданного в 1934 г., к которому принадлежал и Петр Контный). Приведенные П. Контным исто-

рические данные свидетельствуют о наличии тиса ягодного еще в XVII-XVIII вв. в значительном количестве в лесных насаждениях бассейна горных рек - Белый Черемош и Черный Черемош. Оккупационные власти Австрии и Польши ввели для местных жителей - гуцулов - специальную дань древесиной тиса, что привело к полному уничтожению почти до последнего дерева этого вида на территории Украинских Карпат. Для подтверждения архивных данных П. Контный нашел в окрестностях горных населенных пунктов – с. Гринява, с. Крыворивня, с. Жабье (теперь – пгт. Верховина) и с. Дзэмброня, остатки корней и пней тиса возрастом 600-700 лет. Уникальной находкой оказался пень тиса, имеющий несколько тысячелетий, диаметром около 2 м на горе Крента. Старожилы Верховинщины упоминают полутораметровые в диаметре деревья тиса ягодного. То есть, тогдашние восточно-карпатские леса с участием тиса ягодного принадлежали к старейшим в Европе. В частности, с участием Петра Контного в с. Княздвир (в настоящее время Коломыйский район Ивано-Франковской обл.) был создан тисовый заповедник.

В последние десятилетия этой проблематике были посвящены труды ряда ученых (Глеб, Р. и др. 2014; Демянюк, П. 2017; Гнатюк, О., Гузь, Н. 2018). Однако до сих пор площади распространения насаждений с участием тиса ягодного на территории Украинских Карпат остаются дискуссионными. Приведенные различными авторами их площади колеблются в пределах 200-400 га (Гнатюк, О., Гузь, Н. 2018).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являются лесные насаждения с участием тиса ягодного в Украинских Карпатах. Целью наших исследований является установление типологической, высотной и экспозиционной структуры распространения насаждений с участием тиса ягодного в Украинских Карпатах на основе собственных исследований, выводов наших предшественников и лесоинвентаризационных материалов лесоустроительных экспедиций.

Проведение комплексных исследований осуществляли с использованием следующих методик: лесоводственно-таксационных - для закладки пробных площадей и определения таксационных строений древостоев; математико-статистических - для обработки статистических данных и моделирования статистических зависимостей; фотографических - для обработки полученного в ходе исследований фотоматериала. Тип лесорастительных условий и тип леса определяли по методике З.Ю. Герушинского (1996). Для определения лесоводственно-таксационных показателей древостоев использовали общепринятые в лесоводстве и лесной таксации методики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

По результатам обработки выводов собственных исследований, имеющихся литературных источников, проанализированных лесоинвентаризационных материалов лесохозяйственных предприятий, лесоустроительных экспедиций и повыдельной таксационной базы данных по состоянию на 01.01.2018 г. нами установлена площадь лесных насаждений с участием тиса ягодного с распределением по типам лесорастительных условий (табл. 1).

**Таблица 1.** Распределение площадей насаждений с участием тиса ягодного по типам лесорастительных условий в Украинских Карпатах (га/тыс. м<sup>3</sup>)

| Область           | Тип лесорастительных условий |                |             |              |            |
|-------------------|------------------------------|----------------|-------------|--------------|------------|
|                   | Свежий сугруд                | Влажный сугруд | Свежий груд | Влажный груд | Всего      |
| Закарпатская      | -                            | 69,7           | 2/0,08      | 121,4        | 193,1/0,08 |
| Ивано-Франковская | 0,7/0,01                     | 5,8/0,04       | -           | 64,8/3,33    | 71,3/3,38  |
| Черновицкая       | -                            | 10             | -           | 6,5          | 16,5       |
| Львовская         | -                            | 1,2            | -           | 1,9          | 3,1        |
| Всего             | 0,7/0,01                     | 87,7/0,04      | 2/0,08      | 194,6/3,33   | 285,0/3,46 |

Осуществив собственные исследования по изучению распространения древостоев с участием



тиса ягодного в Карпатском регионе Украины на основе полевых исследований и поведельной базы данных лесоустроительных экспедиций нами установлено (табл. 1), что общая площадь насаждений с участием тиса ягодного в Украинских Карпатах составляет 285,0 га. Наиболее широко локалитеты тиса ягодного в пределах Закарпатской обл. представлены на территории Карпатского биосферного заповедника (в Угольском тисово-буковом массиве и урочище Тисовый Грунь) (170,1 га), ГП «Великобычковское лесохозяйство» (21,0 га), ГП «Свалявское лесное хозяйство» (1,9 га), ГП «Мукачевское лесное хозяйство» (0,1 га). На территории Ивано-Франковской обл. места произрастания тиса расположены в пределах ГП «Коломыйское лесное хозяйство» в урочище Княж-двир (64,8 га) - это самый большой сплошной массив тиса ягодного на территории Украины, Карпатского национального природного парка (1,0 га), ГП «Выгодское лесное хозяйство» (0,8 га), ГП «Болеховское лесное хозяйство» (0,3 га), ГП «Ивано-Франковское лесное хозяйство» (0,4 га). В Черновицкой обл. насаждения с участием тиса имеются в ГП «Черновицкое лесное хозяйство» (10 га) и Черновицком военном лесхозе (6,5 га), в том числе заказнике Тисовый Яр.

Согласно проведенному распределению площадей древостоев тиса ягодного по типам лесорастительных условий в Украинских Карпатах (табл. 1) можно утверждать, что этот вид распространен в коренных типах лесорастительных условий - во влажных горах (192,7 га / 67,61%) и влажных сугрудах (86,5 га / 30,35%). Лишь незначительные площади древостоев этой породы приурочены к свежим горах (2,0 га / 0,70%) и сугрудам (0,7 га / 0,25%). Наиболее распространенным типом леса с участием тиса ягодного является влажная тисовая бучина (Герушинский, З. 1996). Тис ягодный распространен под пологом пихтовых, смешанных елово-буковых и буковых лесов, где растет в ярусе подлеска в небольшом количестве. Возобновляется он крайне неудовлетворительно. Вид среднетребователен к плодородию и влажности почвы. Корневая система тиса ягодного развитая, пластичная, имеет эндотрофную микоризу, благодаря чему этот вид произрастает в различных грунтовых условиях - на рыхлых, свежих, плотных, каменистых или оподзоленных лесных почвах.

На Буковине существует единственный генетический резерват тиса ягодного на двух участках (квартал 10, выдел 16 и квартал 11, выдел 13) Кучуриковского лесничества ГП «Черновицкое лесное хозяйство» площадью около 10 га на расчлененной оврагами площади. Тис ягодный растет во втором ярусе под пологом древостоя в типе леса влажная дубово-грабовая суббучина. На участке доминирует подрост бука, подрост тиса отсутствует. Ученые и лесоводы-практики обращают внимание на искусственное происхождение этого локалитета тиса.

Нами проведено распределение площадей и запаса стволовой древесины тиса по группам возраста (табл. 2).

**Таблица 2.** *Расширенное распределение площадей и запаса стволовой древесины тиса по группам возраста (га/тыс. м<sup>3</sup>)*

| Область               | Группы возраста       |                       |                       |           |                  |            |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|------------------|------------|
|                       | молодняки<br>1 класса | молодняки<br>2 класса | средне-<br>возрастные | спелые    | перестой-<br>ные | всего      |
| Закарпатская          | -                     | -                     | 46/0,08               | -         | 147,1            | 193,1/0,08 |
| Ивано-<br>Франковская | 0,4/0,01              | 7/0,14                | 47,6/2,36             | 5,9/0,27  | 11,4/0,6         | 72,3/3,38  |
| Черновицкая           | -                     | -                     | 10                    | 6,5       | -                | 16,5       |
| Львовская             | 3,1                   | -                     | -                     | -         | -                | 3,1        |
| Всего                 | 3,5/0,01              | 7/0,14                | 103,6/2,44            | 11,4/0,27 | 158,5/0,6        | 285,0/3,46 |

На основе анализа данных табл. 2, установлено, что тис ягодный в регионе исследований растет, в основном, под пологом перестойных (158,5 га / 55,61%) и средневозрастных насаждений (103,6 га / 36,35%).

Распределение площадей насаждений с участием тиса ягодного по относительной полноте

показал (табл. 3), что тис произрастает в составе среднеполнотных (188,6 га / 66,17%) и высокополнотных (91,7 га / 32,17%) древостоев.

**Таблица 3.** *Расширенное распределение площадей насаждений с участием тиса ягодного по относительной полноте (га/тыс. м<sup>3</sup>)*

| Область           | Относительная полнота |         |         |              |               |               |               | Всего         |
|-------------------|-----------------------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                   | <0,3                  | 0,4-0,5 | 0,5-0,6 | 0,6-0,7      | 0,7-0,8       | 0,8-0,9       | 0,9-1,0       |               |
| Закарпатская      | -                     | -       | 6,3     | 142,5/0,01   | 10,9/0,07     | 4,4           | 29            | 193,1/0,08    |
| Ивано-Франковская | -                     | 0,6     | 1,1     | 6,7/<br>0,24 | 13,1/<br>0,47 | 24,4/<br>1,29 | 25,4/<br>1,38 | 72,3/<br>3,38 |
| Черновицкая       | -                     | -       | -       | -            | 8             | 8,5           | -             | 16,5          |
| Львовская         | 3,1                   | -       | -       | -            | -             | -             | -             | 3,1           |
| Всего             | 3,1                   | 0,6     | 7,4     | 149,2/0,25   | 32,0/0,54     | 37,3/1,29     | 54,4/1,38     | 285,0/3,46    |

Исследования В. Павлюка и О. Марченко (2004) показывают, что снижение полноты древостоя в результате проведения рубок ухода высокой интенсивности негативно влияют на ход естественного возобновления тиса ягодного. Разрежение первого и второго ярусов древостоев положительно влияет на увеличение морфометрических показателей подроста тиса ягодного, но отрицательно - на численность подроста. Но после проведения рубки количество деревьев, способных к формированию семян значительно снижается - до 4%. Поэтому авторы делают вывод о нецелесообразности проведения любых лесохозяйственных мероприятий в насаждениях с большим количеством тиса ягодного в целях его сохранения.

Тис ягодный теневыносливый (наиболее теневыносливый из хвойных видов), теплолюбивый, влаголюбивый, дымо- и газостойкий вид. Нами на плантации под пологом тиса ягодного в дендрарии «Березинка» ГП «Мукачевское лесное хозяйство» учтено до 80 шт. проростков этого вида на 1 м<sup>2</sup>, количество которых при отсутствии оптимального освещения стремительно сокращается. Однако их рациональное использование при выкапывании и последующем дорастивании может обеспечить достаточное количество посадочного материала этого вида для его воспроизведения в природных фитоценозах.

В. Павлюк и О. Марченко (2004) в ботаническом заказнике общегосударственного значения «Княжд-вирский» среди подроста на 1 га выявили самосев тиса ягодного до 10,6 тыс. шт., подавляющее большинство которого составляли экземпляры однолетнего возраста (8,0 тыс. шт.). Однако с возрастом при отсутствии оптимального освещения количество подроста стремительно уменьшается - 1,4 тыс. шт. 2-3-летнего возраста, 0,8 тыс. шт. 4-7-летнего возраста, и 0,4 тыс. шт. старшего 7 лет.

Тис ягодный растет среди подроста или во втором-третьем ярусе смешанных, преимущественно, буково-пихтово-еловых насаждений. Вид, преимущественно, растет в примеси смешанных и широколиственных лесов (206,7 га / 72,53%), из которых в пределах Карпатского биосферного заповедника (170,1 га / 59,68%) и сплошным массивом в Печенижынском лесничестве ГП «Коломыйское лесное хозяйство» (63,4 га / 22,25%).

Распределение площадей древостоев с участием тиса ягодного по классам бонитета показал (табл. 4), что тис растет под пологом высокобонитетных древостоев I-IA классов (199,7 га / 70,07%).

Исследованиями Р. Глеба и др. (2014) установлено, что в низкобонитетных древостоях, где конкурентоспособность бука и пихты снижается, теневыносливый тис ягодный даже под пологом леса формирует значительное количество подроста.

Однако тис ягодный под пологом этих древостоев отличается значительно меньшими морфометрическими показателями. Тис ягодный является медленнорастущим растением. Годовой прирост молодых растений составляет 2-3 см, а в среднем возрасте составляет 15-20 см. Так, по исследованиям В. Павлюка и О. Марченко (2004), большинство деревьев тиса ягодного в ботаническом заказнике государственного значения «Княждвирский» достигают высоты всего 1,5-6,5 м и диаметра только 2-10 см при их общем количестве 810 шт./га. Лишь немногие деревья тиса достигают высоты до 12,5 м и диаметра до 20 см.

**Таблица 4.** Детализированные площади древостоев с участием тиса ягодного с их распределением по классам бонитета (га/тыс. м<sup>3</sup>)

| Область           | Класс бонитета |                |      |               |              |              |              |                |
|-------------------|----------------|----------------|------|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
|                   | I              | IA             | IB   | II            | III          | IV           | VA           | всего          |
| Закарпатская      | -              | 136,7/<br>0,07 | 29,0 | 25,7          | 1,6          | -            | 0,1/<br>0,01 | 193,1/<br>0,08 |
| Ивано-Франковская | 41,4/<br>2,18  | 5,1/<br>0,16   | -    | 20,4/<br>0,99 | 5/0,04       | 0,4/<br>0,01 | -            | 71,3/<br>3,38  |
| Черновицкая       | 10             | 6,5            | -    | -             | -            | -            | -            | 16,5           |
| Львовская         | 1,9            | -              | -    | 1,2           | -            | -            | -            | 3,1            |
| Всего             | 53,3/<br>2,18  | 148,3/<br>0,23 | 29,0 | 47,3/<br>0,99 | 6,6/<br>0,04 | 0,4/<br>0,01 | 0,1/<br>0,01 | 285,0/<br>3,46 |

Из литературных источников известно, что тис ягодный распространен в пределах высот 500-1100 м н. у. м., хотя в Альпах растет до 1400 м, на Кавказе - до 1500 м, в Карпатах - до 1600 м, Малой Азии - до 2000-2300 м н. у. м. В южной части своего ареала вид достигает верхней границы леса, где растет кустом и не образует семян. Распределение этих древостоев по высоте их распространения над уровнем моря в Украинских Карпатах представлено в табл. 5.

**Таблица 5.** Площади насаждений тиса ягодного с распределением по высоте их произрастания н. у. м. (га/тыс. м<sup>3</sup>)

| Область           | Высота над уровнем моря, м |              |               |         |         |         |           |           |           |           | всего         |
|-------------------|----------------------------|--------------|---------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                   | <300                       | 300-399      | 600-699       | 700-799 | 800-899 | 900-999 | 1000-1099 | 1100-1199 | 1200-1299 | 1300-1400 |               |
| Закарпатская      | -                          | 0,6/<br>0,03 | 10,8/<br>0,05 | 112,8   | 0,8     | 38      | -         | 4,4       | 21        | 4,7       | 193,1/0,08    |
| Ивано-Франковская | 64,9/<br>3,18              | 5,3/<br>0,2  | -             | -       | -       | 0,8     | 1         | 0,3       | -         | -         | 72,3/<br>3,38 |
| Черновицкая       | 16,5                       | -            | -             | -       | -       | -       | -         | -         | -         | -         | 16,5          |
| Львовская         | -                          | -            | 3,1           | -       | -       | -       | -         | -         | -         | -         | 3,1           |
| Всего             | 81,4/<br>3,18              | 5,9/<br>0,2  | 13,9/<br>0,05 | 112,8   | 0,8     | 38,8    | 1         | 4,7       | 21        | 4,7       | 285,0/3,46    |

Природные древостои тиса ягодного, преимущественно, распространены на Закарпатье в диапазоне высот от 700-800 м н.у.м. (112,8 га) до 900-1000 м (38 га) н.у.м. и Прикарпатье до 300 м н. у. м. (64,9 га). В частности, в лесных массивах Карпатского биосферного заповедника в пределах высот 650-1225 м н. у. м. научными сотрудниками обнаружено около 1200 экземпляров тиса ягодного в урочище Кузий, Мармароском и Угольско-Широколужанском массивах (Глеб, Р. и др. 2014).

Распределение площадей насаждений с участием тиса ягодного по экспозиции склонов приведено в табл. 6.

На основе анализа данных табл. 7 установлено, что наибольшие площади древостоев с участием исследуемой породы расположены на Прикарпатье на склонах северо-западной (33,9 га / 11,89%), северо-восточной (10,6 га / 3,72%) и северной (9,3 га / 3,26%) экспозиции, а на Закарпатье - южной (121,9 га / 42,77%) и северной (48,0 га / 16,84%) экспозиции. Значительно меньше тиса растет на равнине - на Буковине (16,5 га / 5,79%) и Прикарпатье (13,1 га / 4,60%).

Причинами значительного сокращения ареала тиса ягодного в Карпатах и массовой вырубки в прошлом его деревьев является чрезвычайно высокая хозяйственная ценность древесины, неудовлетворительное восстановление, низкая конкурентная способность, медленный рост, неудовлетворительное семяношение под пологом древостоев и его ядовитость.

Об объемах торговли древесиной, в частности тиса ягодного, в Карпатском регионе писал Михаил Грушевский в работе «На горах» в 1912 г. : «Сгинул до конца под рукой человека красный тис, медленно растущий и выгодный. Тысячелетия были нужны для того, чтобы наградить те опустошения, которые создали хищные промышленники на тисовом роде в течение нескольких

недель, а они не давали ему даже несколько лет. Тиса с высокогорной Гуцульщины вывезено в 1881 г. - 53080 шт. стволов, в 1882 г. - 79851 шт., в 1887 г. - 81182 шт.».

**Таблица 6.** Распределение площадей насаждений с участием тиса ягодного по экспозиции склонов (га/тыс. м<sup>3</sup>)

| Область           | Экспозиция склона |               |     |               |              |            |               |               |               |
|-------------------|-------------------|---------------|-----|---------------|--------------|------------|---------------|---------------|---------------|
|                   | Св                | СвВс          | Вс  | СвЗп          | ЮВс          | Ю          | Зп            | Равнина       | Всего         |
| Закарпатская      | 48,0/<br>0,01     | 21,0          | 0,8 | -             | 1,4/<br>0,05 | 121,9/0,02 | -             | -             | 193,1/0,08    |
| Ивано-Франковская | 9,3/<br>0,46      | 10,6/<br>0,58 | -   | 33,9/<br>1,75 | -            | -          | 4,4/<br>0,015 | 13,1/<br>0,44 | 72,3/<br>3,38 |
| Черновицкая       | -                 | -             | -   | -             | -            | -          | -             | 16,5          | 16,5          |
| Львовская         | -                 | -             | -   | -             | 3,1          | -          | -             | -             | 3,1           |
| Всего             | 57,3/<br>0,47     | 31,6/<br>0,58 | 0,8 | 33,9/<br>1,75 | 4,5/<br>0,05 | 121,9/0,02 | 6,4/<br>0,15  | 29,6/<br>0,44 | 285,0/3,46    |

Молодые побеги, кора, хвоя тиса ядовиты, так как содержат алкалоид таксин, который вреден для людей, коров, лошадей (хотя он безвреден для оленей и зайцев), что нередко было причиной частых вырубок деревьев тиса на территориях пастбищ. Низкая обильность семяношения тиса связана с особенностями генеративного развития вида. Тис ягодный в генеративную фазу вступает в случае одиночного произрастания с 20-30-летнего возраста, а в насаждении - с 80-100-летнего возраста, и продолжается до старости. Дает поросль от пней. Размножается черенками и отводками. Описаны случаи укоренения нижних ветвей при соприкосновении с землей.

## ВЫВОДЫ

Детальный анализ полученных результатов относительно особенностей распространения, роста и развития древостоев с участием тиса ягодного позволит предложить систему мер по сохранению этого уязвимого в Карпатах вида и расширить площадь его произрастания через содействие естественному возобновлению или создание лесных культур с его участием.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГЕРУШИНСКИЙ, З.Ю. (1996). Типологія лісів Українських Карпат: Навчальний посібник. Львів: Піраміда. 208 с.
2. ГЛЕБ, Р.Ю., КАБАЛЬ, М.В., ПОЛЯНЧУК, І.Й., СУХАРИЮК, Д.Д. (2014). Рідкісні тисові угруповання Карпатського біосферного заповідника та заходи щодо їх збереження. У: Біологічне різноманіття природно-заповідних об'єктів Карпат: матеріали міжн. наук. конф., 25-27 червня 2014, с. 34-36.
3. ГНАТЮК, О.Р., ГУЗЬ, Н.М. (2018). Тис ягодный (*Taxus baccata* L.) в лесных культурах Украинских Карпат. In: *Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova*, vol. 47: Horticultură, Viticultură și vinificație, Silvicultură și grădini publice, Protecția plantelor, pp. 449-455. ISBN 978-9975-64-296-5.
4. ДЕМЯНЮК, П. (2017). Тисина Княжого двору. Коломия-Мукачево. 60 с.
5. ЗАЯЧУК, В.Я. (2014). Дендрологія: підручник для студ. вищих навч. закладів. Видання друге, доповнене та перероблене. Львів: Сполом. 676 с. ISBN 978-966-665-973-9.
6. Матеріали Центрального державного історичного архіву України у Львові. Петро Контний, фонд 869, оп. 86, с. 1.
7. ПАВЛЮК, В.В., МАРЧЕНКО, О.М. (2004). Тис ягідний – цінний релікт третинного періоду. У: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 14.6, с. 34-40. ISSN 1994-7836.
8. KONTNY, P. (1937). Zprzeszłości cisa (*Taxus baccata* L.). In: *Sylvan*, t. LV, ser. A. pp. ISSN 0039-7660.
9. SOKOLOWSKI, S. (1920). Cis w ziemiach polskich i w krajach przyległych. In: *Ochrona przyrody* (Polska Akademia Nauk), nr. 2, s. 142-156.
10. SPOUSTA, W. (1893). Cis. In: *Sylvan*, t. XI. pp. ISSN 0039-7660.
11. SZAFER, W. (1913). Cisy w Kniazdworze pod Kolomyja, jako ochrony godny zabytek przyrody lesnej. Lwow. 98 s.

Data prezentării articolului: 28.03.2019

Data acceptării articolului: 03.05.2019



УДК 635.655: 631.51

## ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОИ

**Юрий СЫРОМЯТНИКОВ***Харьковский национальный технический университет  
сельского хозяйства им. "П. Василенко", Украина*

**Abstract.** The effectiveness of the local soil loosening for soya was studied in comparison with soil inversion tillage during a three-year experiment. Experimental design: 4 variants of chisel plow treatment and a conventional moldboard plowing with inversion of the soil layer at the depth of 18-20 cm (control). The task of chisel tines is to provide a predetermined stroke depth in conditions of high soil density, as well as to create conditions for improving the accumulation of moisture and air in the soil. Non-inversion soil tillage creates favorable conditions for the growth and development of soya plants and provides higher grain yield compared with plowing. The soil moisture content by the beginning of spring field works in all areas where local soil loosening was carried out since autumn was 0.4–1.3% higher compared to plowing. The highest field germination (76.4%) and plant density (535 thousand/ha) were in the variant of local soil loosening on a depth of 18-20 cm with a spacing of 0,5 m between tines. The difference in soil moisture content between inversion and non-inversion soil tillage was maintained until the flowering phase. During this period, the moisture content in the areas of local soil loosening was 0.6–4.8% higher in comparison with plowing. This improved the conditions for the growth of soybean plants which height was 2.1–3.8 cm more with local soil loosening. In all variants of non-inversion soil tillage, grain yield was by 0.03-0.07 t/ha more than in the control. The highest yield (1.03 t/ha) was obtained in the variants of soil loosening to a depth of 40 cm.

**Key words:** Local loosening; Moldboard tillage; Soil moisture; Soil density; Crop performance; *Glycine max*.

**Реферат.** В трехлетнем опыте изучали эффективность локального рыхления почвы под посев сои по сравнению с отвальной обработкой. Схема опыта включала: 4 варианта обработки чизельным плугом и традиционную вспашку с оборотом пласта на глубину 18-20 см (контроль). Задача чизельных лап обеспечить заданную глубину хода в условиях повышенной плотности почвы, а также создавать условия для улучшения накопления в почве влаги и воздуха. Безотвальная обработка почвы создает благоприятные условия для роста и развития сои и обеспечивает получение высокой урожайности зерна по сравнению со вспашкой. Содержание влаги в почве к началу весенне-полевых работ на всех участках, где проводилось с осени локальное рыхление почвы, было на 0,4-1,3% больше по сравнению со вспашкой. Наибольшая полевая всхожесть (76.4%) и плотность растений (535 тыс./га) были на варианте локального рыхления почвы на глубину 18-20 см с расстановкой лап через 0,5 м. Разница по увлажненности при отвальной и безотвальной обработке почвы сохранялась до фазы цветения. Содержание влаги в этот период на участках локального рыхления почвы было больше на 0,6-4,8% по сравнению со вспашкой. Это улучшало условия роста сои, высота растений которой на этих вариантах была больше на 2,1-3,8 см. На всех вариантах безотвальной обработки почвы урожайность зерна была больше, чем на контроле на 0,03-0,07 т/га. Наибольшей урожайностью была на вариантах чизельной обработки почвы на глубину 40 см - 1,03 т / га.

**Ключевые слова:** Локальное чизелевание; Отвальная обработка; Влажность почвы; Плотность почвы; Урожайность; *Glycine max*.

### ВВЕДЕНИЕ

Научными учреждениями земледельческого направления, сельскохозяйственными учебными заведениями и исследовательскими станциями установлено, что безотвальная обработка неоднородно влияет на свойства почвы, условия роста, развития и формирования продуктивности растений. С одной стороны, она обеспечивает высокий почвозащитный эффект, способствует улучшению водного режима почвы и сокращения энергетических затрат; с другой – ухудшает физические свойства почвы и ее фитосанитарное состояние. Но самым существенным недостатком является увеличение засоренности почвы и посевов. Не случайно осуществление безотвальной обработки почвы обязательно сопровождается применением системы гербицидов (Мельник, В.И. 2015; Сыромятников, Ю.Н. 2018).

Известно, что при обработке почвы чизельными плугами пласт почвы не оборачивается, а только разрыхляется на заданную глубину. Рабочими органами чизельного плуга являются стойки с рыхлительными наральниками. Чизелевание на глубину 20–45 см используют как основную

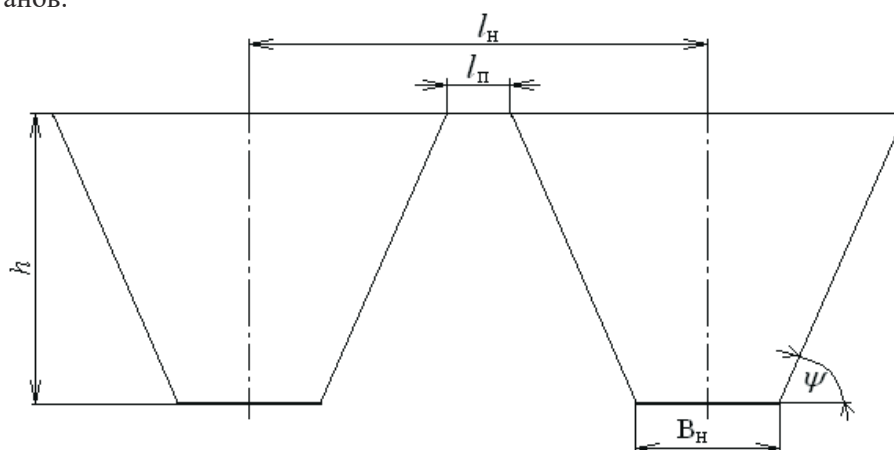
обработку почвы вместо отвальной вспашки лемешными плугами, а также для обработки на парах. Полосовое чизелевание выполняют на глубину до 60 см вместо щелевания, для борьбы с водной эрозией на склонах, а также для улучшения пастбищ.

Современному земледелию в полной мере отвечает комбинированная система обработки почвы, которая органично сочетает в севообороте чередование разноглубинной отвальной и безотвальной обработок в зависимости от особенностей почвенно-климатических зон и биологических свойств выращиваемых культур.

Качество обработки почвы перед посевом определяется глубиной ее обработки чизельными рабочими органами и расстоянием между ними. При этом эти два параметра связаны между собой. Увеличение глубины обработки ведет к увеличению затрат энергии и ухудшает измельчение почвы. Уменьшение глубины обработки почвы вызывает потребность более плотного расположения чизельных рабочих органов с целью исключения огрехов между ними (Корниенко, С.И. 2014). Это также увеличивает затраты энергии на обработку почвы и увеличивает забивание рабочих органов пожнивными остатками и сорняками.

Деформация почвы под действием наральников чизельных рабочих органов распространяется под углом (Лобачевский, Я.П. 2018). Анализ процесса работы чизельных лап показывает, что их задача обеспечить заданную глубину хода в условиях повышенной плотности почвы, а также создавать условия для улучшения накопления в почве влаги и воздуха. В связи с тем нет необходимости перекрытия деформаций в почве, которые распределяются под действием чизельных лап (Сыромятников, Ю.Н. 2018; Сыромятников, Ю.Н. 2018).

На рис. 1 приведена схема распространения деформаций в почве под действием чизельных рабочих органов.



**Рисунок 1.** Схема к определению расстояния между чизельными рабочими органами

Исходя из приведенной геометрии, можно определить расстояние между чизельными рабочими органами по формуле:

$$l_H = l_n + 2h \cdot \operatorname{ctg} \psi + B_H \quad (1)$$

где  $l_H$  – расстояние между долотами чизельных рабочих органов;

$l_n$  – расстояние между обработанными полосами на поле;

$B_H$  – ширина долота чизельного рабочего органа;

$h$  – глубина хода чизельного рабочего органа.

Глубина хода чизельных рабочих органов и расстояние между обработанными полосами в условиях локального рыхления почвы определяется природно-климатическими условиями зоны, состоянием почвы и требованиями выращиваемой культуры. С одной стороны увеличение такого расстояния способствует снижению затрат энергии на обработку почвы, с другой – ограничивается необходимостью создания условий для поддержания плодородия почвы.

Поэтому выбор оптимального соотношения между глубиной рыхления и расстоянием между полосами имеет важное эколого-экономическое значение, особенно в условиях минимальных систем обработки почвы.

Для решения этой проблемы возникает необходимость в проведении специальных комплексных агрономических исследований.

**Цель статьи.** Определить эффективность локального рыхления почвы под посев сои по сравнению с отвальной обработкой.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Зона Лесостепи Украины отличается специфической особенностью от других зон тем, что здесь преобладают в основном, черноземы среднего и тяжелосуглинистого состава. Эти почвы способны накапливать большое количество влаги, и в дальнейшем, при особых условиях, много теряют в результате испарения (Сыромятников, Ю.Н. 2018; Пашенко, В.Ф. 2018; Сыромятников, Ю.Н. 2018), а при осадках быстро уплотняются, образуя поверхностную кору, создавая такие условия, которые способствуют быстрому удалению влаги из почвы через капилляры, образующиеся в верхних слоях почвы. Эти капилляры постепенно углубляются и выносят влагу из нижних слоев почвы.

Многочисленные исследования показывают (Пашенко, В.Ф. 2018; Сыромятников, Ю.Н. 2017; Пашенко, В.Ф. 2017; Сыромятников, Ю.Н. 2018; Медведев, В.В. 1991), что плотность черноземных почв и качество измельчения слоя почвы в значительной степени определяется влажностью почвы. При этом плотность почвы как верхних, так и нижних слоев изменяется в пределах близких к оптимальным значениям, в условиях влажности, обеспечивает физическую спелость почвы. Поэтому для поддержания в почве такой влажности, проводить обработку с целью регулирования плотности почвы нет необходимости. В связи с тем, что в условиях Лесостепи Украины наблюдается нерегулярное выпадение осадков, основной задачей обработки является также создание лучших условий для накопления и сохранения в ней влаги.

Обработка почвы является важнейшим приемом в системе традиционных технологий выращивания зерновых культур (Сыромятников, Ю.Н. 2017). Отвальная система обработки базируется на пахоте. Согласно теории академика В. Р. Вильямса, необходимо один раз в вегетационный период выполнять вспашку почвы, которая должна осуществляться после сбора урожая. Главная цель вспашки – сбросить на дно борозды верхний слой почвы, потерявший прочность и вынести на поверхность прочный структурный слой. Как показывают многочисленные исследования, вспашка способствует повышению биологической активности, и содержания питательных веществ в нижней части слоя обрабатываемой поверхности (15–25 см). Поэтому, прежде, в борьбе с сорняками и с целью мобилизации питательных веществ почвы, главная роль принадлежала интенсивной обработке, в частности глубокой вспашке (Карабутков, А.П. 2011; Коржов, С.И. 2010).

Однако, научные исследования, проведенные в последние годы, свидетельствуют о том, что вспашка имеет ряд недостатков. Обобщение этих материалов позволило прийти к выводу, что в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения при такой обработке теряется значительное количество влаги. Коэффициент полезного использования атмосферных осадков в большинстве случаев не превышает 60%.

Интенсивная система обработки почвы, основанная на обороте пахотного слоя, не соответствует современным требованиям повышения противоэрозионной устойчивости почв, особенно в районах действия ветровой эрозии и способствует развитию дефляционных процессов (Parvin, 2014; Денисов, Е.П. 2018).

Данные экспериментальных исследований на протяжении 20 лет (Шарков, И.Н. 2009) показали, что там, где долгое время не применялся плуг, лучше реализуются элементы повышения плодородия, подтверждается получение более высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Почва, которую обрабатывали без оборота пласта, отличалась более высоким содержанием продуктивной влаги, лучшей структурностью, плотностью ближе к оптимальной, более низкой твердостью и менее выраженной плужной подошвой. Безотвальная подготовка, в отличие от плужной не привела к изменениям морфологического строения профиля чернозема, физико-механических свойств, его механического и микроагрегатного состава.

Анализируя результаты проведенных исследований можно сделать вывод о том, что применение безотвальной обработки почвы позволяет частично устранить недостатки вспашки с оборотом пласта (Yoo, G. 2008; Fiedler, S.R. 2016). При этом повышается производительность

агрегатов, снижается на 30–35% затраты энергии на обработку почвы, уменьшаются потери органических веществ и влаги.

Среди почвенно-климатических зон Украины наиболее эродированные и эрозионно опасные почвы (66,4%), находятся в Степи, в результате чего там ежегодно недобирают значительное количество урожая зерна.

Применение агротехнических приемов, таких как контурная, гребнистая, микрокулисная, прерывистое боронование, локальное рыхление, лункование зяби и пара дают повышение урожайности на 2–3 ц/га. Важное место в этом принадлежит локальному рыхлению почвы. Как показывают результаты исследований, применение локального рыхления при обработке почвы способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Для определения эффективности локального рыхления почвы под посев сои заложен трехлетний эксперимент с использованием трактора марки ХТЗ и чизельного плуга ПЧ-2,5.

С целью установления влияния локальной обработки на условия роста, развития и формирования продуктивности растений и энергетических затрат на выращивание по сравнению с традиционной обработкой, полевые опыты проводили на опытном поле по методике Б.А. Доспехова. Почва в севообороте, на которой закладывались полевые опыты, чернозем типичный слабо смытый малогумусный тяжело-суглинистый на карбонатном лессе. Рельеф поля, на котором располагались опытные участки, имеет равное водораздельное плато со слабо пологим склоном.

Сумма эффективных температур за 2014–2017 годы исследований колебалась от 1714 °С до 2776 °С. Общий период с температурой более +5° С составляет 202–205 дней, с температурой более 10 °С – 168 дней. Переход средней температуры через 0 ° С наблюдался во второй декаде марта и в третьей декаде ноября; граница перехода через +5 °С – это первая декада апреля и третья декада октября; через 10 °С – третья декада апреля – первая декада октября; через 15 °С – вторая декада мая и первая декада сентября. Первый заморозок отмечается в среднем 25–30 сентября, последний – 15–20 мая. Абсолютный температурный максимум воздуха приходится на июль (38 °С), минимум – на январь (–34,6 °С). Общая сумма влаги, которая испаряется за вегетационный период, составляет в среднем 440–520 мм. Относительная влажность воздуха в районе исследований самая высокая в декабре (84–90%) и наименьшая в мае (26–33%). Средняя многолетняя сумма осадков составляет 478,6 мм. Две трети годовой суммы осадков выпадает в виде дождей. Наибольшее количество осадков выпадает в мае–июне, наименьшая – в марте–апреле. На теплый период (апрель–ноябрь) приходится 320–330 мм, на холодный (декабрь–март) – 80–90 мм. За вегетационный период в среднем выпадает 287 мм, или 61,4% от общего количества осадков в год. Две трети годовой суммы осадков выпадало в виде дождей. В целом почвенно-климатические условия данного района благоприятны для культивирования сельскохозяйственных культур.

Технология выращивания сои в опытах, исключая исследуемые факторы, была общепринятой для восточной Лесостепи Украины. Сев проводили селекционной сеялкой ССФК-7 с шириной междурядий 45 см при постоянном прогреве почвы на глубине заделки семян до 10–12°С. Нормы высева составила 700 тыс. всхожих семян на гектар. В период вегетации растений в посевах проводили два ручных пропалывания междурядий до смыкания рядков. Учет урожая проводили сплошь поделянковым методом прямым комбайнированием комбайном «Sampro-500» в фазе уборочной спелости сои (влажность семян 16–18%).

Схему опытов принимали такой: традиционная вспашка с оборотом пласта на глубину 18–20 см; обработка чизельным плугом Т-150К-09 + ПЧ-2,5 на глубину 18–20 см с расстоянием между стойками 0,5 м; обработка чизельным плугом на глубину 18–20 см с расстоянием между стойками 1 м; обработка чизельным плугом на глубину 20–22 см с расстоянием между стойками 3 м; обработка чизельным плугом на глубину 40 см с расстоянием между стойками 3 м (рис. 2, 3).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Наблюдение за содержанием влаги в почве показали, что к началу весенне-полевых работ на всех участках, где проводилось с осени локальное рыхление почвы, содержание влаги было на 0,4–1,3% больше по сравнению с вспашкой (табл. 1). На время сева содержание влаги на пахоте в слое 0–10 см было меньше, чем на вариантах локального рыхления почвы на 0,6–1,3%. Это несколько ухудшало условия прорастания семян сои, и на этом варианте опыта полевая всхожесть





**Рисунок 2.** *Обработка почвы чизельным плугом с разным расстоянием между стойками*



**Рисунок 3.** *Общий вид почвы после обработки чизельным плугом ПЧ-2,5*

семян была меньше на 0,4–0,9% по сравнению с другими вариантами (табл. 2). Такая тенденция сохранялась и в период всходов сои – содержание влаги в десятисантиметровом слое почвы, наиболее важном для формирования всходов, было на пахоте меньше на 2,3–5,6%. В связи с этим густота растений на этом варианте опыта была меньше, чем на вариантах с безотвальной обработкой. Наибольшая плотность растений и полевая всхожесть наблюдались на варианте локального рыхления почвы на глубину 40 см с расстановкой лап через один метр – 76,6%. Это

можно объяснить тем, что в разрыхленной и замульчированной почве после локального рыхления почвы замедляются капиллярные испарения из глубоких слоев, уменьшается поверхностное высушивание почвы, лучше сохраняется влага осадков. Все это способствует более активному прорастанию семян сои.

Разница по увлажненности на отвальной и безотвальной обработке почвы сохранялась до фазы цветения, которая является критической в росте и развитии сои. Содержание влаги в этот период на участках локального рыхления почвы было больше на 0,6–4,8% по сравнению со вспашкой, это улучшало условия роста сои, высота растений которой на вариантах локального рыхления почвы была больше на 2,1–3,8 см по сравнению с растениями на контроле.

Полевую влажность почвы рассчитывали по формуле:

$$W = 100 a / y, \quad (2)$$

где  $W$  – полевая влажность, %

$a$  – масса влаги, испарившейся, г

$y$  – масса сухой почвы, г

Содержание влаги по нашим наблюдениям выравнивалось к сбору урожая, и было в этот период практически одинаковым на всех вариантах опыта.

**Таблица 1.** Влажность почвы в зависимости от основной обработки в разные периоды роста и развития сои, % (в среднем по 2015, 2016, 2017)

| Варианты                            | Слой почвы | До начала полевых работ | Сев сои | Всходы | Цветение | Сбор |
|-------------------------------------|------------|-------------------------|---------|--------|----------|------|
| вспашка, 18–20 см                   | 0–10       | 23,6                    | 23,5    | 15,5   | 10,5     | 25,5 |
|                                     | 10–20      | 26,6                    | 25,2    | 17,6   | 12,9     | 24,4 |
|                                     | 20–30      | 26,2                    | 25,6    | 19,6   | 14,5     | 24,7 |
|                                     | 30–40      | 27,5                    | 26,2    | 23,3   | 16,8     | 26,5 |
|                                     | 40–50      | 27,9                    | 27,5    | 23,7   | 17,8     | 26,4 |
| чизель, 18–20 см (лапы через 0,5 м) | 0–10       | 23,6                    | 24,1    | 17,8   | 12,3     | 25,7 |
|                                     | 10–20      | 27,1                    | 25,0    | 19,3   | 12,2     | 25,5 |
|                                     | 20–30      | 27,6                    | 25,7    | 20,0   | 14,7     | 25,2 |
|                                     | 30–40      | 27,7                    | 25,8    | 22,2   | 15,0     | 25,0 |
|                                     | 40–50      | 27,3                    | 26,6    | 22,0   | 16,0     | 26,5 |
| чизель, 18–20 см (лапы через 1,0 м) | 0–10       | 26,3                    | 24,5    | 19,1   | 17,9     | 26,7 |
|                                     | 10–20      | 26,4                    | 24,4    | 19,8   | 18,2     | 25,9 |
|                                     | 20–30      | 27,0                    | 24,9    | 21,2   | 18,4     | 25,4 |
|                                     | 30–40      | 27,5                    | 26,7    | 21,8   | 19,6     | 25,2 |
|                                     | 40–50      | 27,1                    | 27,7    | 22,9   | 22,2     | 25,0 |
| чизель, 20–22 см (лапы через 3,0 м) | 0–10       | 26,3                    | 23,6    | 18,4   | 12,3     | 25,8 |
|                                     | 10–20      | 26,6                    | 24,6    | 20,0   | 13,8     | 25,6 |
|                                     | 20–30      | 27,0                    | 24,3    | 20,9   | 14,2     | 24,7 |
|                                     | 30–40      | 27,7                    | 24,7    | 23,5   | 17,5     | 23,7 |
|                                     | 40–50      | 27,8                    | 24,9    | 23,7   | 18,3     | 25,8 |
| чизель, 40 см (лапы через 3,0 м)    | 0–10       | 25,3                    | 24,8    | 19,1   | 11,1     | 25,9 |
|                                     | 10–20      | 25,6                    | 25,0    | 20,5   | 14,0     | 23,5 |
|                                     | 20–30      | 26,2                    | 25,8    | 21,6   | 17,3     | 22,7 |
|                                     | 30–40      | 27,0                    | 26,1    | 23,3   | 19,2     | 25,2 |
|                                     | 40–50      | 27,1                    | 26,6    | 23,6   | 20,1     | 25,5 |

**Таблица 2.** Влияние обработки почвы на плотность, полевую всхожесть и высоту растений сои (в среднем за 2015, 2016, 2017)

| Варианты                            | Густота, тыс./га | Полевая всхожесть, % | Высота растений, см |
|-------------------------------------|------------------|----------------------|---------------------|
| вспашка, 18–20 см                   | 530              | 75,7                 | 83,5                |
| чизель, 18–20 см (лапы через 0,5 м) | 535              | 76,4                 | 85,6                |
| чизель, 18–20 см (лапы через 1,0 м) | 534              | 76,3                 | 86,2                |
| чизель, 20–22 см (лапы через 3,0 м) | 533              | 76,1                 | 87,0                |
| чизель, 40 см (лапы через 3,0 м)    | 534              | 76,3                 | 87,3                |



Урожайность сои в зависимости от вариантов опыта колебалась в пределах от 0,96 до 1,03 т/га (табл. 3). На всех вариантах безотвальной обработки почвы урожайность зерна была больше, чем на контроле на 0,03–0,07 т/га. Наибольшей урожайность была на вариантах безотвальной обработки почвы на глубину 40 см – 1,03 т/га.

**Таблица 3.** Урожайность сои в зависимости от основной обработки почвы, т/га

| Вариант                             | Год  |      |      | Среднее | Разница |
|-------------------------------------|------|------|------|---------|---------|
|                                     | 2015 | 2016 | 2017 |         |         |
| вспашка, 18–20 см                   | 0,86 | 0,96 | 1,06 | 0,96    | –       |
| чизель, 18–20 см (лапы через 0,5 м) | 1,04 | 0,99 | 0,94 | 0,99    | 0,03    |
| чизель, 18–20 см (лапы через 1,0 м) | 1,06 | 0,90 | 1,05 | 1,00    | 0,04    |
| чизель, 20–22 см (лапы через 3,0 м) | 1,20 | 0,80 | 1,03 | 1,01    | 0,05    |
| чизель, 40 см (лапы через 3,0 м)    | 1,15 | 1,05 | 0,89 | 1,03    | 0,07    |
| НСР <sub>05</sub> , ц               | 0,31 | 0,42 | 0,37 |         |         |

Итак, исследуемые способы безотвальной обработки почвы создают благоприятные условия для роста и развития сои и обеспечивают получение урожайности зерна несколько выше по сравнению со вспашкой.

## ВЫВОДЫ

Локальное рыхление почвы способствовало увеличению полевой всхожести семян на 0,4–0,9% и густоты всходов – на 3–6 тыс./га. Урожайность зерна сои на вариантах безотвальной обработки почвы была больше на 0,03–0,07 т/га по сравнению со вспашкой.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДЕНИСОВ, Е.П. и др. (2018). Влияние энергосберегающих обработок на биологическую активность почвы в посевах ячменя. В: *Зерновое хозяйство России*, № 1, с. 111–118. ISSN 2079-8725.
2. КАРАБУТОВ, А.П., УВАРОВ, Г.И. (2011). Изменение агрохимических показателей чернозема при длительном применении удобрений и обработок. В: *Достижения науки и техники АПК*, № 7, с. 25–28. ISSN 0235-2451.
3. КОРЖОВ, С.И. (2010). Влияние обработки почвы на биологические процессы. В: *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, № 3, с. 14–17. ISSN 2071-2243.
4. КОРНИЕНКО, С.И., ПАЩЕНКО, В.Ф., МЕЛЬНИК, В.И., ОГУРЦОВ, Е.Н. (2014). Обоснование параметров чизельных рабочих органов. У: *Інженерія природокористування*, № 2, с. 74–79. ISSN 2311-1828.
5. ЛОБАЧЕВСКИЙ, Я.П., СТАРОВОЙТОВ, С.И. (2018). Оптимальный профиль передней поверхности чизельного рабочего органа. В: *Сельскохозяйственные машины и технологии*, № 12(2), с. 26–30. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-2-26-30
6. МЕДВЕДЕВ, В.В. (1991). Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур. Київ: Урожай. 173 с.
7. МЕЛЬНИК, В.И. (2015). Эволюция систем земледелия – взгляд в будущее. В: *Земледелие*, № 1, с. 8–12. ISSN 0044-3913.
8. ПАЩЕНКО, В.Ф., СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Почвообрабатывающая приставка к зерновой сеялке в технологиях «No till». В: *Аэкономика: экономика и сельское хозяйство*, № 3(27), 6 с. ISSN(e) 2500-0861.
9. ПАЩЕНКО, В.Ф., СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н., ХРАМОВ, Н.С. (2018). Качественные показатели работы почвообрабатывающей машины с применением гибкого рабочего органа в системах «органического земледелия». У: *Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах: зб. тез між-нар. наук.-практич. конф., 25 липня 2018 р., сел. Селекційне Харківської обл. Харків: Плеяда*, с. 94–100.
10. ПАЩЕНКО, В.Ф., СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н., ХРАМОВ, Н.С. (2017). Физическая сущность процесса взаимодействия с почвой рабочего органа с гибким элементом. В: *Сельское хозяйство*, № 3, с. 33–42. DOI 10.7256/2453-8809.2017.3.24563.
11. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н., ХРАМОВ, Н.С., ВОЙНАШ, С.А. (2018). Гибкий элемент в составе рабочих органов роторной почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины. В: *Тракторы и сельхозмашины*, № 5, с. 32–40. ISSN 0321-4443.
12. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Исследование процесса работы экспериментального культиватора

- для сплошной обработки почвы. В: Аэкономика: экономика и сельское хозяйство, № 4 (28), с. 4. ISSN(e) 2500-0861.
13. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Обоснование профиля рыхлительной лапы методом вариационного исчисления. В: Агротехника и энергообеспечение, № 3(20), с. 76-84. ISSN 2410-5031.
14. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Обоснование формы наральника минимального тягового сопротивления. У: Сільськогосподарські машини, № 39, с. 117-132. ISSN 2307-1699.
15. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2017). Повышение эффективности технологического процесса движения почвы по лемеху почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины. В: Сельское хозяйство, № 1, с. 48-55. DOI: 10.7256/2453-8809.2017.1.22037.
16. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Показатели качества работы почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины. В: Сельскохозяйственные машины и технологии, 12(3), с. 38-44. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-38-44
17. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2017). Пути снижения удельного давления колесных движителей на почву. В: Сельское хозяйство, № 4, с. 95-103. DOI 10.7256/2453-8809.2017.4.26797.
18. СЫРОМЯТНИКОВ, Ю.Н. (2018). Рабочие органы для подрезания и подъема почвы почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины. В: Вестник аграрной науки Дона, № 3(43), с. 49-56. ISSN 2075-6704.
19. ШАРКОВ, И.Н. (2009). Минимизация обработки и ее влияние на плодородие почвы. В: Земледелие, №. 3, с. 24-27. ISSN 0044-3913.
20. FIEDLER, S.R., LEINWEBER, P., JURASINSKI, G., ECKHARDT, K.-U., GLATZEL, S. (2016). Tillage-induced short-term soil organic matter turnover and respiration. In: SOIL, nr. 2, pp. 475-486. DOI 10.5194/soil-2-475-2016.
21. PARVIN, Nargish, PARVAGE, Mohammed Masud, ETANA, Ararso (2014). Effect of mouldboard ploughing and shallow tillage on sub-soil physical properties and crop performance. In: Soil science and plant nutrition, vol. 60(1), pp. 38-44. ISSN 0038-0768.
22. YOO, G., WANDER, M.M. (2008). Tillage Effects on Aggregate Turnover and Sequestration of Particulate and Humified Soil Organic Carbon. In: Soil Science Society of America Journal, vol. 72, pp. 670-676. DOI 10.2136/sssaj2007.0110
23. ZHENG, H., LIU, W., ZHENG, J., LUO, Y., LI, R., WANG, H. et al. (2018). Effect of long-term tillage on soil aggregates and aggregate-associated carbon in black soil of Northeast China. In: PLoS ONE, vol. 13(6), art. e0199523. DOI 10.1371/journal.pone.0199523

Data prezentării articolului: 17.04.2019

Data acceptării articolului: 19.05.2019



CZU 619:579.8

## ASPECTE MICROBIOLOGICE PRIVIND REZISTENȚA UNOR TULPINI BACTERIENE UROPATOGENE ÎN CAZUL SINDROMULUI UROLOGIC CANIN

Rita GOLBAN

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

**Abstract.** The researches reflected in this study has the purpose to study the resistance behavior of bacterial uropathogenic strains towards antibiotic substances in canine urologic syndrome and interpreting the microbiological aspects that define them. Antibigrams were performed by diffusimetric method for evaluating the sensibility/resistance of microbial strains (*Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis* and *Enterococcus faecalis*), isolated from urine samples collected from canines infected with cystitis. The resistance to the following classes of antibiotics were tested: penicillins, cephalosporins, fluoroquinolones, tetracyclines and aminoglycosides.

**Key words:** Bacterial strains; Antibiogram; Urological syndrome; Antimicrobial resistance

**Rezumat.** Cercetările reflectate în acest studiu au avut ca scop studierea rezistenței unor tulpini bacteriene uropatogene față de substanțele antibiotice în cazul sindromului urologic canin și interpretarea aspectelor microbiologice care definesc comportamentul respectiv. Pentru evaluarea sensibilității/rezistenței la antibiotice a tulpinilor microbiene (*Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis* și *Enterococcus faecalis*), izolate din mostrele de urină prelevate de la caninele infectate de cistită, au fost realizate antibiografe prin metoda difuzimetrică. S-a testat rezistența la următoarele clase de antibiotice: peniciline, cefalosporine, fluorochinolone, tetraciclina și aminoglicozide.

**Cuvinte-cheie:** Tulpini bacteriene; Antibiogramă; Sindrom urologic; Rezistență antimicrobiană.

### INTRODUCERE

Infecțiile tractului urinar (ITU) sunt cele mai comune infecții bacteriene întâlnite în medicina clinică medicală și veterinară. Microorganismele *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis* etc. sunt agenții microbieni patogeni cel mai frecvent izolați în aceste infecții. Studiul de monitorizare a tendinței de rezistență la antimicrobiene (SMART) este un program de supraveghere la nivel mondial a rezistenței la antibiotice, fiind în curs de desfășurare și urmărind susceptibilitatea bacteriilor Gram negative și Gram pozitive din infecții intraabdominale începând cu anul 2002 (Bronzwaer, S., Lonnroth, A., Haigh, R. 2004; Golban, R. 2015; Josan, N. 2002).

În ultimii ani au fost publicate rezultatele finale ale studiului privind rezistența microbiană la antibiotice în cazul infecțiilor urinare la diverse specii de animale. Din punct de vedere epidemiologic, rezistența bacteriilor la antibiotice variază de la o regiune geografică la alta, de la o specialitate la altă specialitate, de la un tip de infecție la altul, de la un an la altul. Iată de ce am considerat că studierea rezistenței unor bacterii este o problemă de cercetat importantă și de actualitate (Carp-Carare, C. 2014; Guguianu, E. 2002).

S-a constatat că cele mai frecvente afecțiuni dintre cele generate de *E. Coli* și celelalte microorganisme studiate sunt pielonefritele, cistitele și uretritele. Sindromul urologic canin este o inflamație a peretelui vezicii urinare. În marea majoritate a cazurilor, această inflamație este cauzată de o infecție bacteriană, dar poate fi provocată și de prezența pietrelor urinare, traumatisme ale vezicii urinare, inflamații cronice etc. Maladia se manifestă prin unul sau mai multe dintre următoarele simptome: dificultate la urinare (disurie), prezența sângelui în urină (hematuria), semne de durere la urinare (strangurie); o creștere a frecvenței urinării (pollakiuria), urinare incontinentă. Foarte des există un motiv sau un factor care favorizează apariția sindromului la câini și pe care medicul veterinar va încerca să îl afle dacă se repetă. Sunt cunoscute mecanismele fiziologice care apără organismul împotriva infecțiilor tractului urinar, dar atunci când acestea sunt afectate de o patologie, anomalie sau traumă, ele nu mai pot exercita funcția de apărare și infecțiile tractului urinar evoluează. Astfel, studiul aspectelor microbiologice în cazul acestor afecțiuni se impune în planul cercetării rezistenței la antibiotice în infecțiile urinare, motivată și de indicația dată de Jansen W.T.M. și colab. în 2006, care arată că o astfel de cercetare este necesară pentru a determina nivelul de rezistență și tendința acestei manifestări într-o arie geografică (Golban, R. 2015; Rapuntean, Gh., Rapuntean, S. 2005).

Rezistența microbiană la antibiotice constituie o problemă complexă la nivel mondial, care necesită intervenții în timp util, având în vedere impactul potențial enorm asupra sănătății animale și umane. Organizațiile naționale și internaționale în domeniu (OMS, UE, CDC, ECDC, IDSA) au dezvoltat strategii care recomandă prudență în utilizarea antibioticelor la om și animal, de asemenea subliniază importanța măsurilor de igienă în îngrijirea sănătății. Recent, Comisia Europeană a înaintat Strategia de combatere a rezistenței microbiene, axată pe 4 componente-cheie: supraveghere, prevenire, cercetare și dezvoltarea de produse antibiotice și vaccinuri. UE contează mult pe cooperarea internațională, în special cu OMS, prin care să promoveze utilizarea rațională a antibioticelor. Un alt pas important către o abordare unitară împotriva rezistenței microbiene este întemeierea în 2005 a ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), care are competențe și în domeniul rezistenței microbiene (Jacobsen, S., Stickler, D., Mobley, H. 2008; Perianu, T. 2011).

Multe studii științifice au demonstrat că, până în anul 2050, în lipsa unor acțiuni concrete, rezistența antimicrobiană va genera anual, la nivel global, un număr de 10 milioane de decese premature. Lucrarea de față are drept scop studierea rezistenței la antibiotice a unor tulpini bacteriene uropatogene în cazul sindromului urologic canin și interpretarea aspectelor microbiologice care o definesc.

### MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările științifice s-au efectuat în laboratorul de microbiologie a Facultății de Medicină Veterinară a Universității Agrare de Stat din Moldova.

Au fost testate comportamentele a 3 tulpini microbiene identificate din mostrele de urină prelevate de la caninele infectate de cistită față de diferite substanțe antibiotice. Pentru a studia rezistența față de substanțele antibiotice au fost efectuate investigații privind determinarea sensibilității tulpinilor microorganismelor, metoda folosită fiind cea difuzimetrică.

### REZULTATE ȘI DISCUȚII

Drept obiect de studiu au servit următoarele tulpini microbiene uropatogene identificate din prelevatele urologice: *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis*. Determinarea rezistenței tulpinilor microbiene la antibiotice prin metoda rondelilor a urmărit efectuarea însămânțării pe plăcile cu geloză a culturilor microbiene din medii lichide (bulion-1,0ml).

**Tabelul 1.** Antibiotograma tulpinii microbiene uropatogene *Escherichia coli*

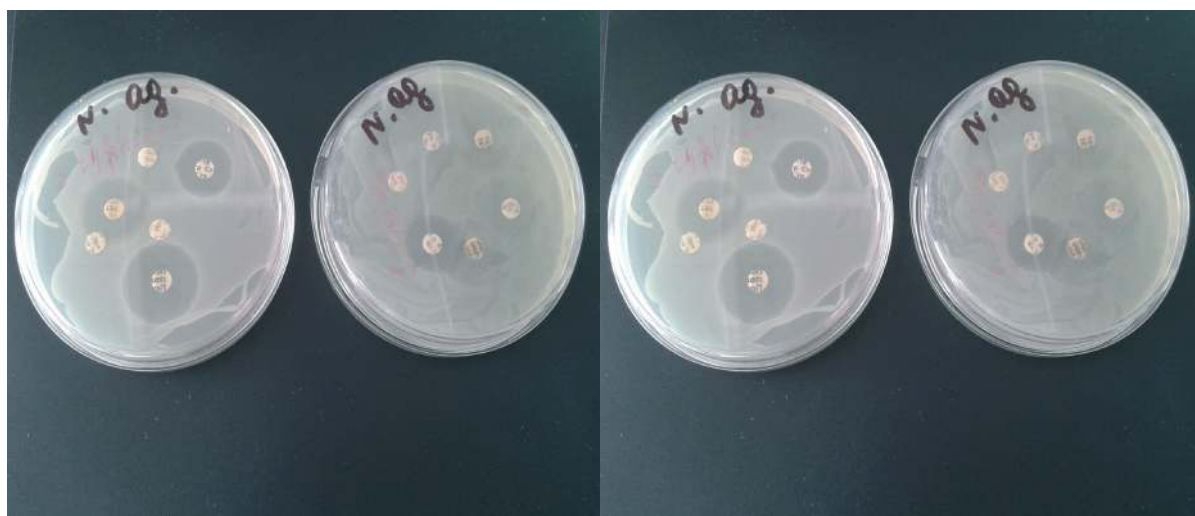
| Substanțele antibiotice | Gradul de sensibilitate (mm) |
|-------------------------|------------------------------|
| Amoxicilina AMX         | S - 20                       |
|                         | I - 0                        |
|                         | R - 0                        |
| Ampicilina AM           | S - 20                       |
|                         | I - 0                        |
|                         | R - 0                        |
| Ampicilina Sulfactam    | S - 21                       |
|                         | I - 0                        |
|                         | R - 0                        |
| Cefaclor CEC            | S - 25                       |
|                         | I - 0                        |
|                         | R - 0                        |
| Cefoperazon CFP         | S - 28                       |
|                         | I - 0                        |
|                         | R - 0                        |
| Ceftazidim              | S - 27                       |
|                         | I - 0                        |
|                         | R - 0                        |
| Doxaciclină             | S - 22                       |
|                         | I - 0                        |
|                         | R - 0                        |

În acest scop, pe suprafața mediului lichid s-au aplicat 6 rondelile îmbibate cu diverse substanțe antibiotice. Plăcile au fost incubate în termostat timp de 16-17 ore la temperatura de 37 °C.

După expirarea timpului, pe plăcile examinate au fost măsurate zonele inhibiției microorganismelor din jurul rondelilor.

Dimensiunile zonelor au fost determinate de gradul de sensibilitate a tulpinilor la antibioticul corespunzător: intermediar (I); rezistent (R); sensibil (S). Evaluarea chimiorezistenței germenilor capătă o semnificație mai largă decât o simplă analiză pentru alegerea unui tratament și de aceea necesită abordări mai ample privind tehnica de executare și de interpretare a rezultatelor din mai multe puncte de vedere.

Conform rezultatelor antibiogramelor prezentate în tabelul 2, cea mai eficace substanță antibiotică în cazul tulpinii microbiene *Escherichia coli* s-a dovedit a fi cefoperazon, cu 28 mm, după care a urmat ceftazidim, cu 27 mm, și cefaclor, cu 25 mm.



**Figura 1.** Sensibilitatea *Escherichia coli* la substanțele antibiotice

Conform studiilor bibliografice, *E. coli* uropatogenă (UPEC) este responsabilă de circa 90% din infecțiile tractului urinar. Clonele de *E. coli* uropatogenă provin din flora persistentă fecală care colonează introitusul vaginal și, ulterior, infectează tractul urinar. *E. coli* uropatogenă folosește fimbria P (pili în pielonefrită) pentru a se lega de celulele epiteliale ale tractului urinar și vezicii urinare, pe care le colonează. Genomul ExPEC este, în general, mai larg decât al *E. coli* K12 sau comensală, probabil prin conținutul mai mare de gene necesare supraviețuirii în afara tractului intestinal. În rândul tulpinilor UPEC există diferențe considerabile în ceea ce privește repertoriul și nivelul de expresie al factorilor de virulență care pot afecta creșterea bacteriană și persistența în tractul urinar.

Aceste interpretări indică asupra mecanismelor rezistenței *E. coli* uropatogene la antibiotice și se traduce prin capacitatea acestui microorganism de a supraviețui în prezența antibioticelor sau chimioterapicelor antibacteriene.

Conform cercetărilor, rezistența bacteriană se poate manifesta genetic, genotipic sau fenotipic. Rezistența genetică cromozomială apare ca urmare a unor mutații în secvența nucleotidelor cromozomului bacterian, care determină sinteza de proteine sau alte macromolecule, diferite de structurile chimice inițiale, astfel încât acțiunea antibioticului nu se mai poate realiza, aceasta reprezentând 10% din rezistența bacteriană dobândită.

Cu certitudine, aceste aspecte reprezintă totodată rezistența la antibiotice care poate fi obținută prin transferul orizontal al genei de rezistență, prin transformare sau prin vectori. Transferul orizontal al genei joacă un rol important în evoluția bacteriei.

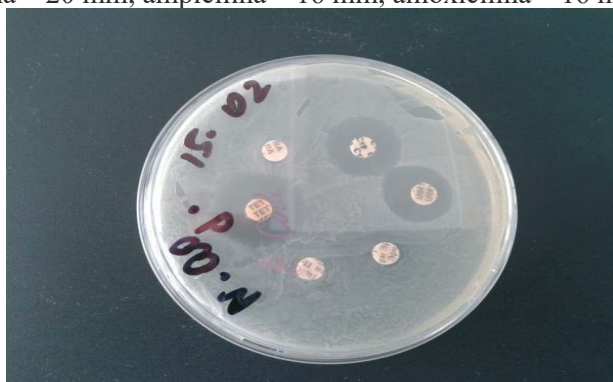
Cele mai importante transportoare pentru transferul genelor rezistenței de la o bacterie la alta sunt plasmidele, transpozoni și integronii. Genele care conferă rezistență sunt transferate de la o bacterie la alta într-o manieră orizontală prin conjugare, transducție sau transformare.

**Tabelul 2.** Antibiotograma tulpinii microbiene uropatogene *Staphylococcus epidermidis*

| Substanțele antibiotice | Gradul de sensibilitate (mm) |
|-------------------------|------------------------------|
| Amoxicilina AMX         | S - 0<br>I - 0<br>R - 16     |
| Ampicilina AM           | S - 0<br>I - 0<br>R - 16     |
| Cefoperazon CFP         | S - 22<br>I - 0<br>R - 0     |
| Cefazolină              | S - 26<br>I - 0<br>R - 0     |
| Moxifloxacină           | S - 0<br>I - 0<br>R - 20     |
| Oxacilină               | S - 0<br>I - 0<br>R - 10     |
| Tetraciclină            | S - 20<br>I - 0<br>R - 0     |

Aspecte științifice importante sunt confirmate prin rezultatele antibiogramelor tulpinii microbiene uropatogene *Staphylococcus epidermidis*, redate în tabelul 2. Astfel, cele mai înalte grade de sensibilitate observate în acest caz sunt la cefazolină (26 mm), cefoperazon (22 mm) și tetraciclină (20 mm).

Date relevante sunt evidențiate în ceea ce privește unele aspecte ale rezistenței unor substanțe antibiotice față de specia microbiană *Staphylococcus epidermidis* prin remarcarea zonelor substanțelor antibiotice: moxifloxacină – 20 mm, ampicilina – 16 mm, amoxicilina – 16 mm, oxacilina – 10 mm.

**Figura 2.** Sensibilitatea *Staphylococcus epidermidis* la substanțele antibiotice

Confirmăm că, potrivit studiului efectuat, rezistența la unele antibiotice se asociază cu modificările enzimelor care neutralizează aceste substanțe. Tipul respectiv de rezistență este rezultatul expresiei enzimelor care modifică covalent aceste antibiotice prin acetilare cu ajutorul aminoglicozid-acetiltransferazei, fosforilare prin aminoglicozid-fosfotransferaze sau adenilare prin aminoglicozid-adeniltransferaze. Aceste enzime sunt, de obicei, codificate plasmidic, dar pot fi implicate și elemente transpozabile. Diferite fenotipuri bacteriene provenite de la specii variate pot să apară și prin schimbul plasmidic sau diseminarea facilitată de transpozoni.



**Tabelul 3.** Antibiotograma tulpinii microbiene uropatogene *Enterococcus faecalis* la substanțele antibiotice

| Substanțele antibiotice | Gradul de sensibilitate (mm) |
|-------------------------|------------------------------|
| Amoxicilina AMX         | S -20<br>I - 0<br>R - 0      |
| Ampicilina AM           | S -20<br>I - 0<br>R - 0      |
| Doxaciclină             | S -23<br>I - 0<br>R - 0      |
| Penicilină              | S -20<br>I - 0<br>R - 0      |
| Tetraciclină            | S -24<br>I - 0<br>R - 0      |
| Norfloxacină            | S -18<br>I - 0<br>R - 0      |
| Gentamicină             | S -17<br>I - 0<br>R - 0      |

În urma evaluării rezultatelor antibiogramelor tulpinii microbiene uropatogene *Enterococcus faecalis* la substanțele antibiotice (tab. 3), cele mai înalte grade de sensibilitate la substanțe antibiotice se prezintă după cum urmează: tetraciclină – 24 mm, doxaciclină – 23 mm, amoxicilina, ampicilina, penicilină – 20 mm.



**Figura 3.** Sensibilitatea *Enterococcus faecalis* la substanțele antibiotice

Conform aspectelor științifice ulterior relatate, inițierea acestor cercetări a condus la interpretarea unor aspecte ale mecanismelor de virulență în infecții cu *Escherichia coli* uropatogenă și cu alte tulpini importante studiate. Astfel, la momentul actual, dintre cele 5 tipuri diferite de fimbrii ce au fost recunoscute, două sunt considerate mai importante și anume fimbriile de tip 1 (sensibile la manoză) și fimbriile P (rezistente la manoză). Prezența fimbriilor determină o infecție simptomatică a tractului urinar, iar absența lor indică bacteriuria asimptomatică.

Putem menționa că supraviețuirea microorganismelor uropatogene și creșterea rezistenței acestora față de reacțiile de apărare imunitară s-au dezvoltat în ultimul timp pe mai multe căi, determinând supraviețuirea și în medii mai puțin favorabile și sărace în nutrienți. Iată de ce toxinele bacteriene deter-

minante de virulență suplimentară, găsite în tulpinile UPEC, sunt molecule importate. Acestea includ hemolizine, citotoxine, proteine care leagă fier (siderofori). Cel puțin trei toxine diferite (Hemolizina, CNF-1 și SAT-1) și cel puțin trei grupe diferite de siderofori au fost recunoscute în *E. coli* uropatogenă.

Remarcăm și faptul că tulpinile bacteriene studiate, care induc bacteriurie asimptomatică, au evoluat populând mai multe luni sau chiar ani tractul urinar fără a provoca simptome evidente clinic. Aceste bacterii seamănă oarecum cu bacteriile comensale, având cu gazda o relație prin care, în unele cazuri, par a proteja tractul urinar de colonizarea prin alte tulpini patogene.

Bacteriologia infecției urinare cu *Escherichia coli* și alte tulpini bacteriene uropatogene reprezintă cele mai importante investigații ale sindromului urologic la animale și om, acesta fiind și cea mai comună infecție după bolile tractului respirator superior.

Deși diferite microorganisme pot determina ITU, inclusiv virusurile sau fungii, bacteriile sunt prevalente și sunt responsabile de 95% din infecțiile tractului urinar. Dintre acestea, *E. coli* este singura care determină circa 80% din cazuri. Infecțiile pot fi asimptomatice sau simptomatice, iar netratarea lor poate provoca sechele importante. S-a estimat că, pe plan mondial, tulpinile UPEC afectează 150 milioane de oameni anual și cauzează 70-80% îmbolnăviri.

Rezistența la antibiotice a tulpinilor cercetate în studiu constituie o problemă importantă în investigarea sindromului urologic canin, care trebuie să fie luată în considerare în tratamentul infecțiilor urologice produse de acestea, fiind și o problemă de securitate a sănătății publice, pentru care trebuie luate angajamente la nivel național și internațional.

## CONCLUZII

Studiul efectuat confirmă o rezistență mai înaltă a tulpinii speciei microbiene *Staphylococcus epidermidis* la substanțele antibiotice în comparație cu speciile microbiene *Escherichia coli* și *Enterococcus faecalis*, care nu manifestă rezistență.

Bacteriologia infecției urinare cu *Escherichia coli* și alte tulpini bacteriene uropatogene reprezintă cele mai importante investigații ale sindromului urologic la animale și om, acesta fiind cea mai răspândită infecție după bolile tractului respirator superior.

Recunoașterea precoce a infecției urinare cu microorganisme asigură urmărirea eventuală a bacteriuriei asimptomatice și tratamentul adecvat, în funcție de sensibilitatea la antibiotice, prevenindu-se astfel accelerarea deteriorării funcției renale.

Infecțiile urinare survin pe fondul reducerii funcției de apărare a organismului, contribuind la agravarea patologiilor renale.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BRONZWAER, S., LONNROTH, A., HAIGH, R. (2004). The European Community strategy against antimicrobial resistance. In: Euro Surveillance, pp. 30-34. ISSN 1560-7917.
2. CARP-CĂRARE, C. (2014). Microbiologie generală. Iași: Ion Ionescu de la Brad. ISBN 978-973-147-153-2. 245 p.
3. GOLBAN, R. (2015a). Microbiologie generală: Curs de prelegeri. Chișinău: UASM. Disponibil: [uasm.moodle.md](http://uasm.moodle.md)
4. GOLBAN, R. (2015b). Microbiologie specială: Curs de prelegeri. Chișinău: UASM. Disponibil: [uasm.moodle.md](http://uasm.moodle.md)
5. GUGUIANU, E. (2002). Bacteriologie generală. Iași: Jenus. 248 p.
6. IVANOV, A., CIUPE, M., SAȘCA, C. et al. (1982). Microbiologie. București: Ed. didactică și pedagogică.
7. JACOBSEN, S., STICKLER, D., MOBLEY, H. (2008). Complicated catheter-associated urinary tract infections due to *Escherichia coli* and *Proteus mirabilis*. In: Clinical microbiology reviews, vol. 21(1), pp. 26-59. DOI 10.1128/CMR.00019-07.
8. JOSAN, N. (2002). Microbiologie și imunologie. Chișinău: UASM. 512 p. ISBN 9975-62-081-7.
9. PERIANU, T. (2011). Tratat de boli infecțioase ale animalelor. Bacterioze, vol. I. Iași: Universitas XXI. 924 p. ISBN 978-606-538-068-4.
10. RĂPUNTEAN, Gh., RĂPUNTEAN, S. (2005). Bacteriologie veterinară specială. Cluj- Napoca: Academic Pres. 365 p. ISBN 973-7950-95-X.

Data prezentării articolului: 05.02.2019

Data acceptării articolului: 10.04.2019

CZU 664.84/.85.037.1

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА

*Анатолие ДАЙКУ**Государственный Аграрный Университет Молдовы*

**Abstract.** In this paper the control algorithms were developed for natural cold storage of fruits and vegetables when air or water is used as a coolant. The control algorithms are based on automaton graphs. The algorithm for the formation of an electrical equipment system of natural cold installations for the storage of fruits and vegetables consists of two stages: study of natural cold settings as a control object and the development of electrical equipment for natural cold installations.

**Key words:** Storage; Fruits; Vegetables storage; Natural cold; Control algorithms; Automaton graphs.

**Реферат.** В данной работе разработаны алгоритмы управления процесса хранения фруктов и овощей с применением естественного холода, когда в качестве холодоносителя применяется воздух или вода. Алгоритмы управления разработаны на основе автоматных графов. Алгоритм формирования системы электрооборудования установок естественного холода для хранения фруктов и овощей состоит из двух этапов: исследование установок естественного холода как объект управления и разработка системы электрооборудования установок естественного холода.

**Ключевые слова:** Хранение; Плоды; Овощи; Естественный холод; Алгоритм управления; Автоматные графы.

### ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированные установки естественного холода для хранения фруктов и овощей, в отличие от холодильных установок, являются экологически чистыми, так как исключают применение различных типов фреонов, и энергосберегающими (Стребков, Д.С., Тихомиров, Д.В. 2000; Морозов, Н.М., Цой, Л.М. 2000) за счет снижения их удельных затрат электроэнергии в 2-3 раза.

Учитывая, что холодильное оборудование в Республике Молдова не производится, разработка автоматизированных установок естественного холода для хранения фруктов и овощей является весьма актуальной задачей.

Использованию естественного холода для хранения фруктов и овощей посвящено большое количество работ. Исследования показали, что выполненные разработки в большинстве случаев носили не комплексный характер.

В условиях больших колебаний независимых входных параметров (температура воздуха и воды, продолжительность холодного периода года скорость воздуха и т.д.) повысить эффективность подобных систем без автоматизации – невозможно.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При разработке алгоритмов управления процесса хранения фруктов и овощей с применением естественного холода использовали автоматные графы. Поставленные задачи решены с позиций системного подхода с использованием теории операций, теории автоматического регулирования, математического и физического моделирования, анализа и синтеза системы электрооборудования.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Алгоритм формирования системы электрооборудования, установок естественного холода для хранения фруктов и овощей приводится на рис. 1 и состоит из двух этапов:

- исследование установок естественного холода как объект управления;
- разработка системы электрооборудования установок естественного холода.

Первый этап включает:

- классификацию установок естественного холода;
- исследование режимов работы установок естественного холода;
- составление математической модели установок естественного холода;

- выбор контролируемых и регулируемых параметров;  
 - выбор технических средств контроля за процессом хранения фруктов и овощей (Волконович, Л., Сырги, К. 2002).

На втором этапе рассматриваются:

- построение функциональной схемы автоматизации процесса хранения фруктов и овощей;  
 - составление алгоритма управления процессом хранения фруктов и овощей (Волконович, Л., Черней, М. и др. 2007);  
 - формализация алгоритма управления и разработка принципиальных схем управления электрооборудованием установок естественного холода;

В этой работе разработаны функциональные схемы автоматизации и составлены алгоритмы управления хранения фруктов и овощей с применением естественного холода.



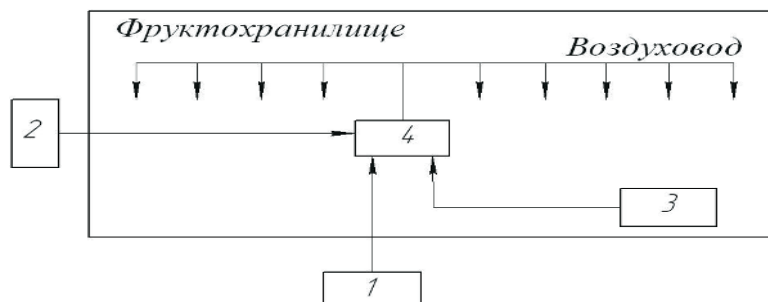
**Рисунок 1.** Алгоритм формирования системы электрооборудования и установок естественного холода для хранения фруктов и овощей

Функциональная схема автоматизации фрукто- или овощехранилищ составляется на основе структурно-технологической схемы обеспечения микроклимата. Структурно-технологическая схема обеспечения микроклимата во фрукто- и овощехранилище приводится на рис. 2 и содержит 1 - источник холода (льдохранилище); 2 - наружный воздух; 3 - блок нагрева воздуха (электрокалорифер); 4 - блок управления.

Система обеспечения микроклимата включает четыре режима:

- намораживания льда;
- использования холода;
- подогрева воздуха;
- увлажнения воздуха.

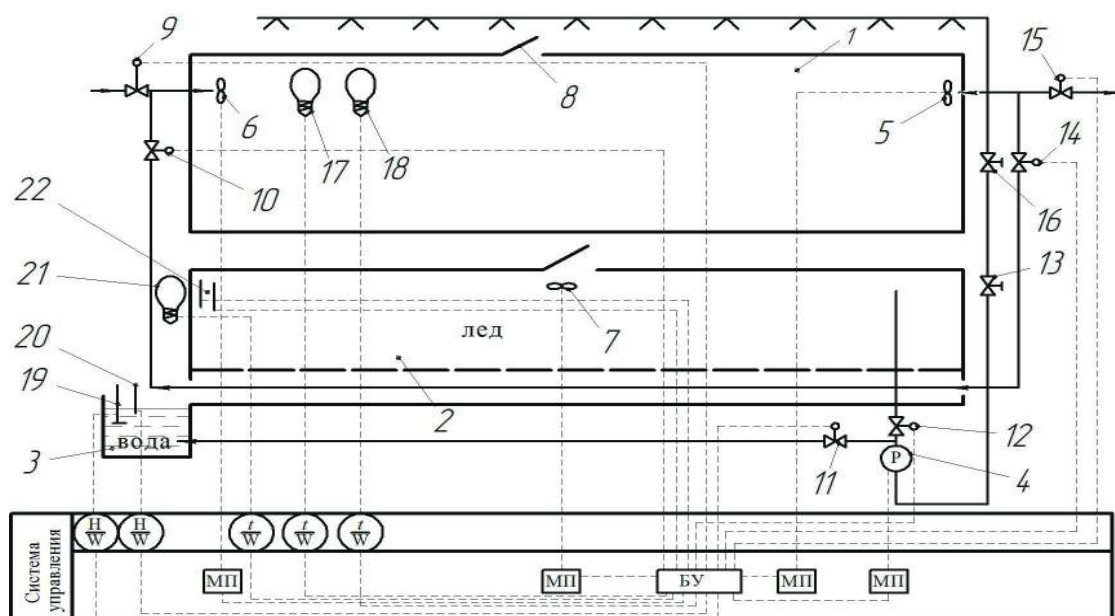




**Рисунок 2.** Структурно-технологическая схема обеспечения микроклимата во фрукто- или овощехранилищах с применением естественного холода: 1 - источник холода (льдохранилище); 2 - наружный воздух; 3 - блок нагрева воздуха (электрокалорифер); 4 - блок управления

Разработанные функциональные схемы автоматизации процесса хранения фруктов и овощей с применением естественного холода приводятся на рис. 3 и рис. 4. В качестве холодоносителя применяется воздух и вода. Функциональная схема автоматизации фрукто- или овощехранилища с применением атмосферного воздуха позволяет обеспечить снижение затрат льда до 50%, при хранении с/х продукции 6-8 месяцев и продолжительности холодного периода года 3-4 месяца.

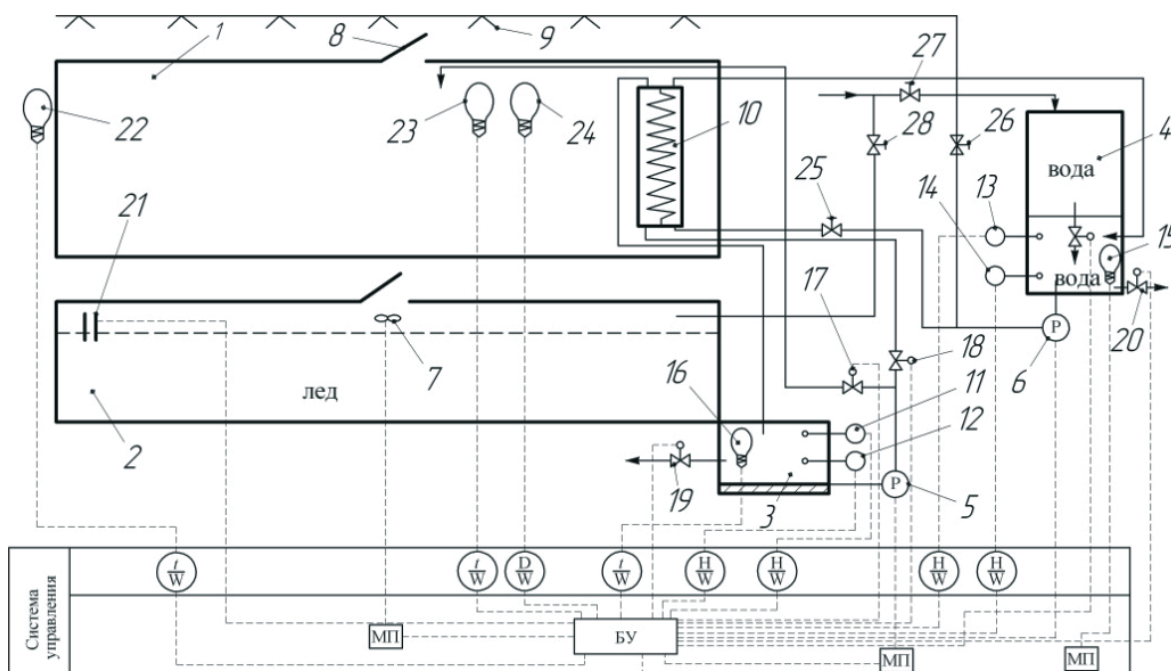
Когда в качестве холодоносителя применяется воздух (рис. 3) с целью рационального использования льда воздух из фрукто- или овощехранилища 1 с помощью вентилятора 5 подается под лед льдохранилища 2 и далее по замкнутому циклу вентилятором 6 обратно в фрукто- или овощехранилище. Когда температура наружного воздуха около  $0^{\circ}\text{C}$  или ниже автоматизированные люки 8 открыты и холодный воздух поступает в фрукто- или овощехранилище 1. Если этого недостаточно по разомкнутому циклу с помощью вентилятора 6 наружный воздух подается в хранилище 1 и вентилятором 5 из хранилища на "улицу". Режим намораживания льда осуществляется следующим образом: при положительной температуре воздуха льдохранилище 2 заполняется водой и происходит охлаждение воды до  $0^{\circ}\text{C}$ . Далее, когда температура воздуха отрицательна, охлажденная вода с dna льдохранилища — 2 насосом — 4 подается в верхнюю часть льдохранилища для намораживания.



**Рисунок 3.** Функциональная схема автоматизации процесса хранения фруктов и овощей при применении естественного холода (в качестве холодоносителя) применяется воздух [1]: 1 - фрукто- или овощехранилище; 2 - льдохранилище; 3 - нижняя емкость для воды льдохранилища 2; 4 - водяной насос; 5, 6 и 7 - вентиляторы; 8 - люки фрукто- или овощехранилища 1; 9, 10, 11, 12, 14, 15, - электрические вентили; 13, 16 - краны; 17 и 21 - датчик температуры воздуха; 18 - датчик влажности; 19 и 20 - датчики уровня; 22 - датчик намораживания льда

Таким образом, обеспечивается либо, непрерывное либо дискретное намораживание льда в верхней части льдохранилища. Одновременно поддерживается оптимальное расстояния от вентиляторов -7 до поверхности намораживания льда, что увеличивает скорость намораживания льда. Момент превращения воды в лед в льдохранилище контролируется датчиками уровня воды 19 и 20 в теплоизолированной нижней емкости -3, в которой вода не замерзает или датчиком намораживания льда - 22 в зависимости от способа намораживания льда.

В данном случае для обеспечения требуемой влажности воздуха в фрукто-- и овощехранилище 1 не требуется дополнительной системы увлажнения воздуха, так как воздух увлажняется при контакте с поверхностью льда. При низких температурах наружного воздуха ( $t < -15^{\circ}\text{C}$ ) вместо электронагревателей внутри хранилища - 1 предлагается покрывать хранилище снегом, увеличивая искусственно теплоизоляцию хранилища. Более подробно режимы намораживания и использования льда рассматриваются в рис. 4.



**Рисунок 4.** Функциональная схема автоматизации процесса хранения фруктов и овощей при применении естественного холода (в качестве холодоносителя) применяется воздух [1]:

1 - фрукто- или овощехранилище; 2 – льдохранилище; 3 - нижняя емкость для воды льдохранилища 2; 4- аккумуляторы с водой; 5,6-водяные насосы; 7 – вентилятор; 8 - люк фрукто- или овощехранилища 1; 9-распылитель воды; 10-батареи для воды; 11,12,13,14- датчики уровня; 15 и 16 – датчики температуры воды; 17,18,19,20- электрические вентили; 21 - датчик намораживания льда; 22,23- датчики температуры воздуха; 24 - датчик влажности; 25,26,27,28 - краны.

Когда в качестве холодоносителя применяется вода (рис. 4) функциональная схема автоматизации процесса хранения фруктов и овощей отличается от функциональной схемы автоматизации (рис. 3) следующим:

- с целью сокращения затрат льда в льдохранилище применяются аккумуляторы с водой которые применяются до тех пор пока температура воды в аккумуляторе не становится равной или выше температуры хранения фруктов и овощей;
- вода подается для охлаждения над льдом. Нет необходимости в дополнительном канале для подачи воды под лед;
- применяется система увлажнения воздуха в фрукто- или овощехранилище.

Далее с помощью автоматных графов состояния для каждого исполнительного механизма (рис. 5) и (6) составляем алгоритмы управления в целом для процесса хранения фруктов и овощей с применением естественного холода, когда в качестве холодоносителя применяется воздух или вода.

На автоматных графах указываются все 4 возможные состояния электрооборудования (остановка О, пуск П, нормальная работа Р и авария А) и приняты следующие обозначения:

М — команда на включение двигателя;

Х — сигнал входных переменных (с датчиков);

У — сигналы выходных переменных (с исполнительных механизмов);

Р — сигнал с устройства защиты двигателя;

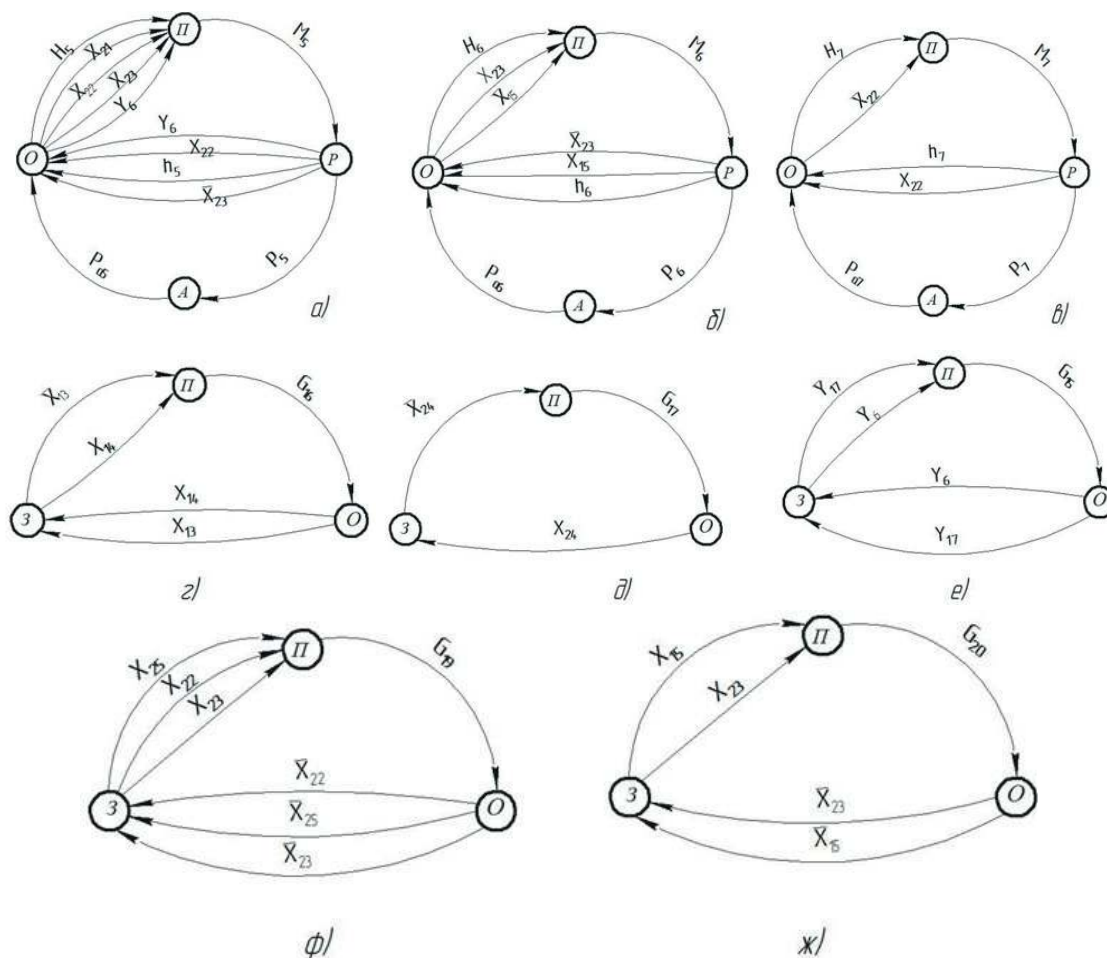
Р<sub>а</sub> — аварийный сигнал;

Н — ручная команда “ПУСК”;

h — ручная команда “ОСТАНОВКА”;

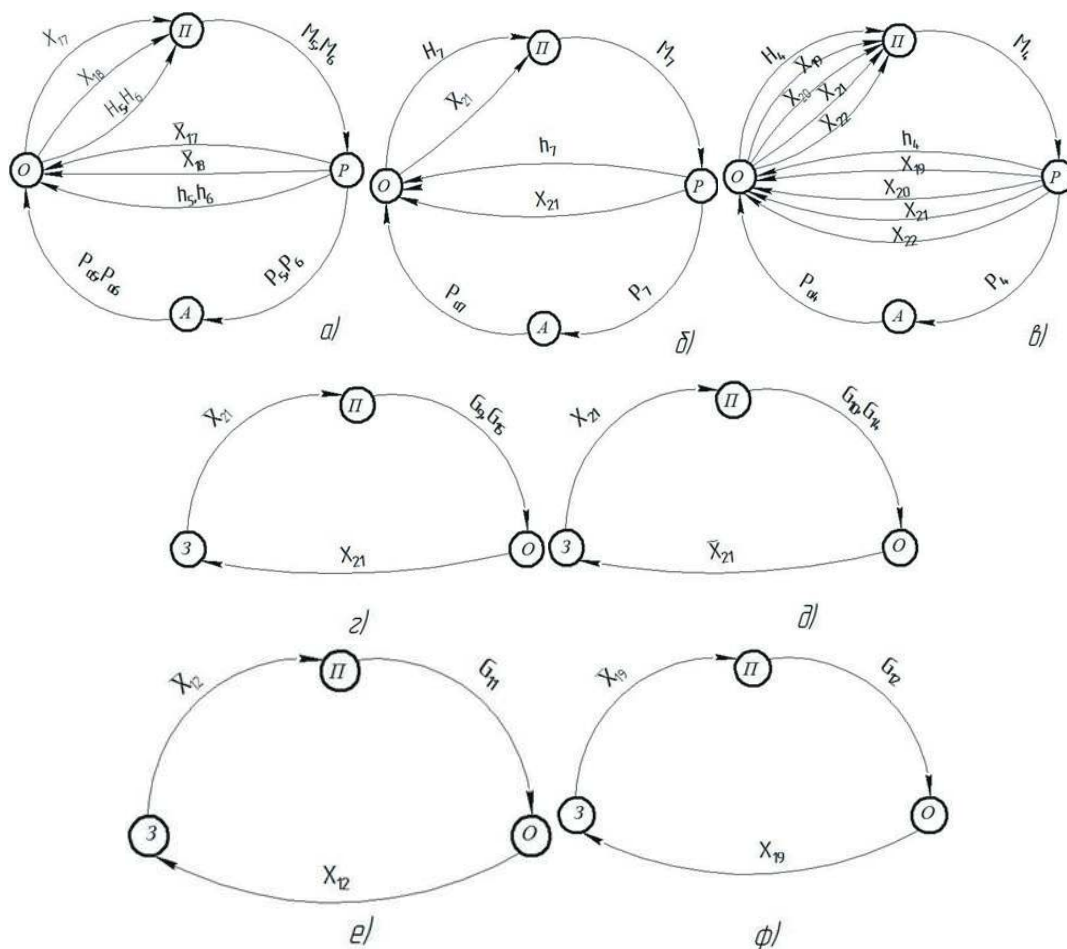
G — команда включения катушки электрического вентиля;

З, П, О — состояния электрического вентиля (соответственно закрыт, пуск и открыт).



**Рисунок 5.** Автоматные графы состояния электрооборудования и процесса хранения фруктов и овощей с применением естественного холода, когда в качестве холодоносителя применяется вода: а) - водяной насос - 5; б) - водяной насос - 6; в) вентилятор - 7; г; д; и; ф; ж) соответственно электрические вентили 16, 17, 18, 19 и 20 (Кушинир, М. и др. 2018)

Составление словесных алгоритмов управления и их представление в виде автоматных графов является необходимым условием для разработки средств логического управления, но недостаточным, так как нужна и определенная степень формализации, описания функционирования разработанных установок естественного холода.



**Рисунок 6.** Автоматные графы состояния электрооборудования и процесса хранения фруктов и овощей с применением естественного холода, когда в качестве холодоносителя применяется воздух: а) вентиляторы 5 и 6; б) вентилятор – 7; в) водяной насос- 4; г) электрические вентили 9 и 15, д) электрические вентили 20 и 14; е) электрический вентиль - 11; ф) электрический вентиль -12 (Волконович, Л.Ф. и др. 2017)

В случае применения воды в качестве холодоносителя (рис. 5) алгоритм управления следующий:

$$Y = Y_8 + Y_6 + Y_7 + Y_{16} + Y_{17} + \bar{Y}_{17} \cdot Y_{18} + Y_{19} + Y_{20} = (H_5 + \bar{X}_{21} \cdot \bar{X}_{22} + \bar{X}_{23} \cdot \bar{Y}_6) \cdot \bar{P}_5 \cdot \bar{P}_{a5} \cdot \bar{h}_5 \cdot M_5 + \\ + (H_6 + X_{23} \cdot \bar{X}_{15}) \cdot \bar{P}_6 \cdot \bar{P}_{a6} \cdot \bar{h}_6 \cdot M_6 + (H_7 + \bar{X}_{22}) \cdot \bar{P}_7 \cdot \bar{P}_{a7} \cdot \bar{h}_7 \cdot M_7 + \bar{X}_{13} \cdot \bar{X}_{14} \cdot G_{16} + \bar{X}_{24} \cdot G_{17} + \\ \bar{Y}_{17} \cdot \bar{Y}_6 \cdot G_{18} + X_{25} \cdot X_{22} \cdot X_{23} \cdot G_{19} + X_{15} \cdot X_{23} \cdot G_{20} \quad (1)$$

Когда в качестве холодоносителя применяется воздух, формализованный алгоритм управления имеет следующий вид:

$$Y = (Y_{14} \cdot Y_{10} + Y_9 \cdot Y_{15}) \cdot Y_5 \cdot Y_6 + (G_{11} + G_{12}) \cdot Y_4 + \bar{X}_2 \cdot Y_7 = \\ = (X_{21} \cdot G_{10} \cdot G_{14} + \bar{X}_{21} \cdot G_9 \cdot G_{15}) \cdot [(X_{17} \cdot X_{18} = H_5) \cdot \bar{h}_5 \cdot \bar{P}_5 \cdot \bar{P}_{a5}] \cdot \\ \cdot M_5 \cdot [(X_{17} \cdot X_{18} + H_6) \cdot \bar{h}_6 \cdot \bar{P}_6 \cdot \bar{P}_{a6}] \cdot M_6 + (\bar{X}_{12} \cdot G_{11} + \bar{X}_{19} \cdot G_{12}) \cdot \\ \cdot [(\bar{X}_{22} \cdot \bar{X}_{21} + \bar{X}_{19} \cdot \bar{X}_{20} + H_4 \cdot \bar{h}_4 \cdot \bar{P}_4 \cdot \bar{P}_{a4}) \cdot M_4 + (\bar{X}_{21} + H_7) \cdot \bar{h}_7 \cdot \bar{P}_7 \cdot \bar{P}_{a7} \cdot M_7] \quad (2)$$

## ВЫВОДЫ

На основе разработанных функциональных схем автоматизации и автоматных графов формализованы алгоритмы управления электрооборудованием процесса хранения фруктов и овощей



с применением естественного холода, когда в качестве холодоносителя применяется воздух или вода.

В условиях больших колебаний независимых входных параметров (температура воздуха и воды, продолжительность холодного периода года скорость воздуха и т.д.) повысить эффективность подобных систем без автоматизации – невозможно.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТРЕБКОВ, Д.С., ТИХОМИРОВ, Д.В. (2000). Проблемы энергосбережения в сельском хозяйстве. В: Энергосбережение в сельском хозяйстве: Труды 2-ой Международной научно-технической конференции. Москва: ГНУ ВИЭСХ, с. 8-14.
2. МОРОЗОВ, Н.М., ЦОЙ, Л.М. (2000). Резервы энергосбережения в животноводстве. В: Энергосбережение в сельском хозяйстве: Труды 2-ой Международной научно-технической конференции. Москва: ВИЭСХ, с. 35-38.
3. ВОЛКОНОВИЧ, Л., СЫРГИ, К. (2002). Энергосберегающие, экологические системы естественного холода для хранения пищевых продуктов. Кишинев. 334 с. ISBN 9975-62-078-7.
4. ВОЛКОНОВИЧ, Л., ЧЕРНЕЙ, М., БАБАН, О. и др. (2007). Автоматизация ресурсосберегающих технологических процессов в сельском хозяйстве. Кишинев: Tipografia AȘM. ISBN 978-9975-62-177-9.
5. КУШНИР, М., ВОЛКОНОВИЧ, Л., ВОЛКОНОВИЧ, А., КУШНИР, Н., СЛИПЕНКИ, В., ДАЙКУ, А., ВОЛКОНОВИЧ, О., ПОПА, А. (2018). Методика определения оптимальных сроков хранения фруктов и овощей с применением естественного и искусственного холода. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 51: Inginerie Agrară și Transport Auto, pp. 382-386. ISBN 978-9975-64-300-9.
6. ВОЛКОНОВИЧ, Л.Ф., ВОЛКОНОВИЧ, А.Л., КУШНИР, М.Г., ПОПА, А.Г., СЛИПЕНКИ, В.Е., ДАЙКУ, А.С., ВОЛКОНОВИЧ, О.Л., КУШНИР, Н.А. (2017) Анализ структурных схем энергосберегающего процесса хранения фруктов и овощей с применением естественного и искусственного холода. В: Инновации в сельском хозяйстве, № 1 (22), p. 87-93.

Data prezentării articolului: 29.03.2019

Data acceptării articolului: 02.05.2019