

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ  
ЗЕМЛЕРОБСТВО  
І ТВАРИННИЦТВО**

МІЖВІДОМЧИЙ ТЕМАТИЧНИЙ НАУКОВИЙ ЗБІРНИК

Заснований у 1967 р.

Випуск 69

Частина 1

Львів – Оброшине 2021

УДК 631.636

**Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 69 (1)**

**ISSN 0130-8521**

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту сільського господарства  
Карпатського регіону НААН, протокол № 1 від 4 січня 2021 р.*

**Редакційна колегія:**

**Влізло В. В.**, Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, Україна, відповідальний редактор

**Коник Г. С.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, заступник відповідального редактора

**Седло Г. М.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, заступник відповідального редактора

**Панахид Г. Я.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, відповідальний секретар

**Бойко П. І.**, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», Україна

**Вовк С. О.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

**Волощук О. П.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

**Дармограй Л. М.**, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Україна

**Дзюбайло А. Г.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

**Ільчук Р. В.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

**Каплінський В. В.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

**Качмар О. Й.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

**Ковалишин С. Й.**, Львівський національний аграрний університет, Україна

**Лихочвор В. В.**, Львівський національний аграрний університет, Україна

**Марунек М.**, Інститут тваринництва, Чеська Республіка

**Останів Д. Д.**, Інститут біології тварин НААН, Україна

**Петриченко В. Ф.**, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, Україна

**Пілярчик Б.**, Західнопоморський технологічний університет в м. Щецін, Республіка Польща

**Рівіс Й. Ф.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

**Стасів О. Ф.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

**Червявська-Пятковська Є.**, Західнопоморський технологічний університет в м. Щецін, Республіка Польща

**Шувар І. А.**, Львівський національний аграрний університет, Україна

**Адреса редколегії:**

*Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,*

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине*

*Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115.*

*Тел./факс +38 (032) 227 97 33, e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua*

© Інститут сільського господарства  
Карпатського регіону НААН, 2021

NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE  
INSTITUTE OF AGRICULTURE  
OF CARPATHIAN REGION

**FOOTHILL AND MOUNTAIN  
AGRICULTURE  
AND STOCKBREEDING**

INTERDEPARTMENTAL THEMATIC SCIENTIFIC COLLECTION

Since 1967 p.

Volume 69

Issue 1

Lviv – Obroshyne 2021

UDC 631.636

**Foothill and mountain agriculture and stockbreeding. 2021. V. 69 (1)**

**ISSN 0130-8521**

*Recommended for the print of a Academic council of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, protocol No. 1 of 4 January, 2021.*

**Editorial board:**

**Vlízlo V. V.**, Academician of NAAS, State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Ukraine, editor-in-chief

**Konyk H. S.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, deputy of editor-in-chief

**Sedilo H. M.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, deputy of editor-in-chief

**Panakhid H. Ya.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, executive secretary

**Boyko P. I.**, National Science Center "Institute of Agriculture of NAAS", Ukraine

**Vovk S. O.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

**Voloshchuk O. P.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

**Darmohray L. M.**, Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

**Dzjubailo A. H.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

**Ilchuk R. V.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

**Kaplinsky V. V.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

**Kachmar O. Y.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

**Kovalyshyn S. Y.**, Lviv National Agrarian University, Ukraine

**Lykhochvor V. V.**, Lviv National Agrarian University, Ukraine

**Marounek M.**, Institute of Animal Science, Czech Republic

**Ostapiv D. D.**, Institute of Animal Biology of NAAS, Ukraine

**Petrychenko V. F.**, Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS, Ukraine

**Pilyarchik B.**, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland

**Rivis Y. F.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

**Stasiv O. F.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

**Czerniawska-Piątkowska E.**, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland

**Shuvar I. A.**, Lviv National Agrarian University, Ukraine

**Editorial board address:**

*Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS,*

*st. Grushevskogo, 5, Obroshyne village,*

*Pustomyty district, Lviv region, 81115.*

*Tel./fax +38 (032) 227 97 33, e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua*

© Institute of Agriculture  
of Carpathian Region of NAAS, 2021

**ЗМІСТ****CONTENT****ЗЕМЛЕРОБСТВО  
І РОСЛИННИЦТВО****AGRICULTURE  
AND PLANT GROWING**

<i>Біловус Г. Я., Оліфір Ю. М., Ващишин О. А., Пристацька О. Н.</i> Вплив систем удобрення на розвиток грибних хвороб у посівах пшениці озимої.....	8	<i>Bilovus H., Olifir Yu., Vashchyshyn O., Prystatska O.</i> Influence of fertilizer systems on the of fungal diseases .....in winter wheat crops
<i>Вожегова Р. А., Балашова Г. С., Бояркіна Л. В.</i> Вплив строку збирання картоплі весняного садіння на продуктивність насінневого матеріалу за літнього садіння свіжозібраними бульбами в умовах Півдня України.....	24	<i>Vozhehova R., Balashova H., Boiarkina L.</i> Influence of the potato harvesting period of spring planting on the productivity of seed material at summer planting with freshly picked tubers in the conditions .....of Southern Ukraine
<i>Волощук О. П., Стасів О. Ф., Глива В. В., Пацак М. О.</i> Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України.....	44	<i>Voloshchuk O., Stasiv O., Hlyva V., Paschak M.</i> Influence of pre-sowing treatment of microfertilizer seeds on the productivity of corn hybrids in the Western Forest- .....Steppe of Ukraine
<i>Гавришко О. С., Оліфір Ю. М., Габриель А. Й., Партика Т. В.</i> Особливості трансформації агрофізичних властивостей у профілі ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного грунту за довготривалого сільськогосподарського впливу...	62	<i>Havryshko O., Olifir Y., Gabryel A., Partyka T.</i> Peculiarities of transformation of agrophysical properties in the profile of clear-gray forest surface glazed soil .....during long-term

<i>Котяш У. О.</i> Економічна оцінка технологій поверхнево поліпшених різновікових травостоїв.....	76	<i>Kotyash U.</i> Economic evaluation of technologies surface-improved .....equal grounds
<i>Пуцзяк В. І., Ільчук Р. В., Марухняк Г. І.</i> Кластерний аналіз зразків ярих зернових культур (овес, ярий ячмінь) за ознакою «врожайність зерна».....	89	<i>Pushchak V., Ilchuk R., Marukhniak H.</i> Cluster analysis of spring cereal specimens (oat and spring barley) by the .....character “seed yield”
<i>Хом'як М. М.</i> Скринінг зразків грястиці збірної ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) за комплексом ознак.....	104	<i>Khomiak M.</i> Screening of samples of <i>Dactylis glomerata</i> L. .....by complex of signs
<i>Цілінко Л. М.</i> Особливості контролювання проса півнячого – <i>Echinochloa crus – galli</i> (L.) <i>Pal. Beauv</i> у посівах рису посівного – <i>Oryza sativa</i> (L.).....	121	<i>Tsilinko L.</i> Features of control of rooster millet – <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) <i>Pal. Beauv.</i> in crops of sown rice – ..... <i>Oryza sativa</i> L.
<i>Шувар А. М., Рудавська Н. М., Дзюбайло А. Г.</i> Продуктивність льону олійного залежно від впливу біопрепаратів та комплексних мікродобрив.....	142	<i>Shuvar A., Rudavska N., Dziubailo A.</i> The impact of biopreparations and complex microfertilizers on the .....productivity of oil flax

## ТВАРИННИЦТВО

## STOCKBREEDING

<i>Вовк С. О., Дмитроца А. І., Польовий І. В., Бучинський В. М.</i> Пробіотики в годівлі тварин і птиці.....	157	<i>Vovk S., Dmytrotsa A., Polovyj I., Buchynskij V.</i> Probiotics in animal .....and poultry feeding
<i>Воробель М. І., Каплінський В. В., Клим О. Я., Дмитроца А. І.</i> Емісія парникових газів у курячому посліді при застосуванні природних сорбентів.....	169	<i>Vorobel M., Kaplinsky V., Klym O., Dmytrotsa A.</i> Greenhouse gas emissions in chicken dung at the using .....of natural sorbents

<p><i>Душара І. В., Федак Н. М., Чумаченко С. П., Дармограй Л. М.</i> Продуктивність корів і якість молока за згодовування силосу, законсервованого пробіотичними препаратами.....</p>	<p>183</p>	<p><i>Dushara I., Fedak N., Chumachenko S., Darmogray L.</i> Cow productivity and milk quality for silage fertilization preservated by probiotics</p>
<p><i>Когут М. І., Братюк В. М.</i> Відтворна здатність корів-первісток, отриманих при різних варіантах лінійного підбору.....</p>	<p>194</p>	<p><i>Kohut M., Bratyuk V.</i> Reproductive capacity of first cows obtained with different linear selection options</p>
<p><i>Стадницька О. І.</i> Особливості процесу онтогенезу ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи.....</p>	<p>207</p>	<p><i>Stadnytska O.</i> Features of the process of ontogenesis of repair heifers of Ukrainian black-spotted dairy breed</p>
<p><i>Хвостик В. П.</i> Модельовання компонентів кривих живої маси гусей.....</p>	<p>219</p>	<p><i>Khvostyk V.</i> Simulation of the compositions of living mass of the geese</p>

## ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-1

УДК 633.11:632.4

Г. Я. БІЛОВУС, Ю. М. ОЛІФІР, кандидати сільськогосподарських наук

О. А. ВАЩИШИН, О. Н. ПРИСТАЦЬКА, наукові співробітники

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, Україна, e-mail: bilovus.galina72@gmail.com

### ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА РОЗВИТОК ГРИБНИХ ХВОРОБ У ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

До головних факторів обмеження реалізації потенційної продуктивності пшениці озимої належать забезпечення вологою, елементами живлення, ураження рослин хворобами та пошкодження шкідниками.

Важливою складовою сучасних технологій вирощування пшениці озимої є система захисту рослин від хвороб, яка передбачає застосування як хімічного, так і інших методів контролю поширення та розвитку збудників.

Упродовж останніх років спостерігається тенденція сталого збільшення валового виробництва зерна, яке досягається за рахунок інтенсифікацій технологій вирощування пшениці озимої, одночасно створюються сприятливі умови для прояву фітопатогенних мікроорганізмів та зростання їх шкідливості.

Тому вдосконалення та розроблення високоефективних методів захисту рослин від хвороб є актуальним напрямом сучасних досліджень.

Найпоширенішими хворобами, виявленими впродовж років досліджень, були: борошніста роса (збудник – гриб *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em), темно-бура плямистість листя (збудник – гриб *Drechslera tritici-repentis* Ito), піренофороз (збудник – гриб *Pyrenophora tritici-repentis*).

Згідно з результатами наших досліджень системи удобрення впливали на розвиток грибних хвороб пшениці озимої.

Найменший розвиток темно-бурої плямистості листя та піренофорозу відзначено у варіанті при внесенні під пшеницю озиму N<sub>70</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> на фоні 10 т/га гною + CaCO<sub>3</sub> 1,0 н за Нг. Він становив, відповідно, в 1,4 та 1,7 разу менше, ніж на контролі.

Розвиток борошністої роси у варіанті при внесенні під пшеницю озиму N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> на фоні 10 т/га гною + CaCO<sub>3</sub> 1,0 н за Нг був у 1,4 та 1,7 разу меншим, ніж на контролі.

При внесенні під пшеницю озиму N<sub>120</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> на фоні 10 т/га гною + CaCO<sub>3</sub> 1,0 н за Нг розвиток борошністої роси збільшувався в 1,2 разу, темно-

© Біловус Г. Я., Оліфір Ю. М.,  
Ващишин О. А., Пристацька О. Н., 2021

бурої плямистості листя – 1,7 разу, піренофорозу – 2,3 разу до контролю без удобрення.

**Ключові слова:** пшениця озима, удобрення, борошніста роса, темнобура плямистість, піренофороз, сорт.

**Halyna Bilovus, Yurii Olifir, Oksana Vashchyshyn, Oksana Prystatska**  
Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**Influence of fertilizer systems on the development of fungal diseases in winter wheat crops**

The main factors limiting the realization of the potential productivity of winter wheat are the provision of moisture, nutrients and especially diseases and pests.

An important component of modern technologies for growing winter wheat is a system of plant protection against diseases that involve the use of both chemical and other methods of controlling the spread and development of pathogens.

In recent years, there has been a trend of steady growth of gross grain production, which is achieved through intensification of technologies for growing winter wheat, while creating favorable conditions for the manifestation of phytopathogenic microorganisms and increasing their harmfulness.

Therefore, the improvement and development of highly effective methods of plant protection against diseases is an important area of modern research.

The most common diseases detected during the years of research were: powdery mildew (pathogen – fungus *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em), dark brown leaf spot (pathogen – fungus *Drechslera tritici-repentis* Ito), pyrenophorosis (pathogen – fungus *Pyrenophora tritici-repentis*). According to the results of our research, fertilizer systems influenced the development of winter wheat leaf diseases. The lowest development of dark brown leaf spot and pyrenophorosis was observed in the variant when applying for winter wheat N<sub>70</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> on the background of 10 t/ha of manure + CaCO<sub>3</sub> 1.0 n by hydrolitic acidity, which was respectively 1.4 and 1.7 times less than in the control.

The development of powdery mildew in the variant when applying for winter wheat N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> on the background of 10 t/ha of manure + CaCO<sub>3</sub> 1.0 n by hydrolitic acidity was 1.4 and 1.7 times less than in the control.

When applying for winter wheat N<sub>120</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> on the background of 10 t/ha of manure + CaCO<sub>3</sub> 1.0 n by hydrolitic acidity, the development of powdery mildew increased 1.2 times, dark brown leaf spot – 1.7 times, pyrenophorosis – 2.3 times relative to control without fertilizer.

**Key words:** winter wheat, fertilization, powdery mildew, dark brown spot, pyrenophorosis, variety.

**Вступ.** Пшениця озима за своїм значенням посідає в Україні провідне місце серед усіх зернових культур. Виробництво її зерна

вважається одним із стратегічних напрямів зміцнення економіки держави [16, 21, 22].

Сучасний етап інтенсифікації аграрного виробництва пов'язаний із широким застосуванням мінеральних добрив, пестицидів та інших хімічних сполук, які поряд із підвищенням урожайності сільськогосподарських культур суттєво змінюють умови життя ґрунтової біоти [11, 13, 17, 23, 25].

У сільському господарстві, крім підвищення врожайності та поліпшення якості продукції, на перший план мають висуватися питання збереження та захисту навколишнього природного середовища від техногенного забруднення. Необхідне впровадження природоохоронних ресурсозбережних технологій, які б забезпечували збереження в чистоті ґрунту, води та повітря [5, 7, 9, 18, 33, 37, 39].

Всебічно обґрунтоване застосування добрив є дуже важливою передумовою оптимізації технологій вирощування пшениці озимої загалом і її складових елементів – систем інтегрованого захисту рослин від шкідливих об'єктів [3, 6, 14].

Добрива впливають на ценоз пшениці озимої і належать до важливих чинників, які визначають умови розвитку рослин і шкідливих організмів. Цей вплив виявляється в зміні мікроклімату в посівах, морфологічних особливостей рослин, зміщенні фенологічних фаз їх розвитку, що створює умови для коливання в досить широкому діапазоні рівнів розвитку хвороб і чисельності шкідників [2, 4, 36–38].

Під час розроблення технологій вирощування пшениці озимої важливо виявити такий режим живлення рослин, який би дав змогу сформувати задовільний фітосанітарний стан посівів та отримати високий урожай зерна за обмеженого застосування пестицидів [12, 20].

Проте одним із факторів, що суттєво знижують її врожайність та якість зерна, є хвороби. Втрати валового збору зерна від хвороб щорічно становлять 20–30%, а в епіфітотійні роки – до 50% [19, 32, 34].

У процесі еволюції та вирощування пшениці до неї пристосувалося багато збудників хвороб, серед яких домінують саме грибні мікроорганізми. На посівах пшениці озимої ураження рослин і прояви захворювання спостерігаються протягом усього періоду інтенсивного розвитку та формування елементів продуктивності рослин [24, 34, 35].

Використання добрив безпосередньо проти шкідливих об'єктів має винятковий характер та обмежені масштаби. В окремих випадках

цілеспрямований добір форм і строків внесення добрив дає змогу одночасно вирішувати завдання боротьби з деякими видами хвороб і оптимізації режиму живлення рослин [30].

Досліджень впливу мінеральних добрив на збудників хвороб відносно мало. Цей вплив виявляється в зміні мікроклімату в посівах, морфологічних особливостей рослин, зміщенні фенологічних фаз їх розвитку, що створює передумови коливання в досить широких межах рівнів розвитку хвороб.

Крім того, на велику групу збудників хвороб добрива діють безпосередньо [29, 31, 39].

У зв'язку з цим в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва особливої актуальності набуває вивчення збудників хвороб пшениці озимої та факторів, що обмежують їх розвиток.

Щоб у відповідних кліматичних зонах України у виробників не виникало проблем із правильним чергуванням культур у сівозмінах, збалансованим внесенням добрив, застосуванням стійких сортів проти шкідливих організмів, дослідження з удосконалення та корекції цих елементів системи агротехнічних заходів мають проводитись у наукових установах та регіональних центрах постійно, аби своєчасно реагувати на всі зміни як кліматичного, так і організаційного характеру.

Мета досліджень – визначити вплив систем удобрення на розвиток грибних хвороб у посівах пшениці озимої.

**Матеріали і методи.** Польові дослідження з визначення впливу систем удобрення на розвиток грибних хвороб у посівах пшениці озимої проводили в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН у тривалому стаціонарному досліді, занесеному в реєстр довгострокових стаціонарних польових дослідів НААН (атестат реєстрації НААН № 29), закладеному на ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті в 1965 р. з різними дозами та співвідношеннями мінеральних добрив, гною і вапна.

Дослідження проводили у таких варіантах: без внесення добрив (контроль, вар. 1);  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  0,5 н за Нг (вар. 6);  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 7);  $N_{30}P_{45}K_{45} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 9);  $N_{120}P_{135}K_{135} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 12).

Розташування варіантів однокурсне, послідовне. Загальна площа ділянки становить  $168 \text{ м}^2$  ( $28 \times 6 \text{ м}$ ), а облікова –  $100 \text{ м}^2$  ( $25 \times 4 \text{ м}$ ). Сівозміна чотирирічна з таким чергуванням культур: кукурудза,

ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної, конюшина лучна, пшениця озима. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята.

Гній вносили під кукурудзу. Мінеральне удобрення під пшеницю озиму вносили щорічно, а саме: суперфосфат та калійну сіль – восени до посіву пшениці озимої відповідно до кожного варіанта удобрення; нітроамофоску – двічі: 1 – половину норми раною весною на початку відновлення вегетації культури, 2 – другу половину у фазі виходу в трубку відповідно до варіанта. Вапнування проводили перед початком IX ротації сівозміни (під кукурудзу на зелену масу).

Облік появи й розвитку основних хвороб на пшениці озимій с. Бенефіс проводили згідно із загальноприйнятими методиками [26–28], математичне опрацювання даних – методом дисперсійного аналізу за Доспеховим [10].

**Результати та обговорення.** Погодні умови протягом вегетації пшениці озимої в роки досліджень (осінь 2018 р. та 2019–2020 рр.) мали свої особливості (рис. 1).

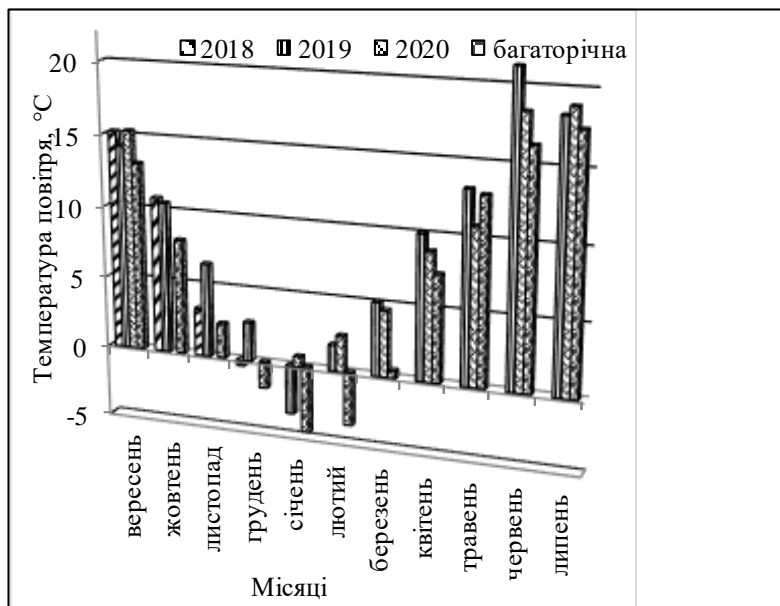
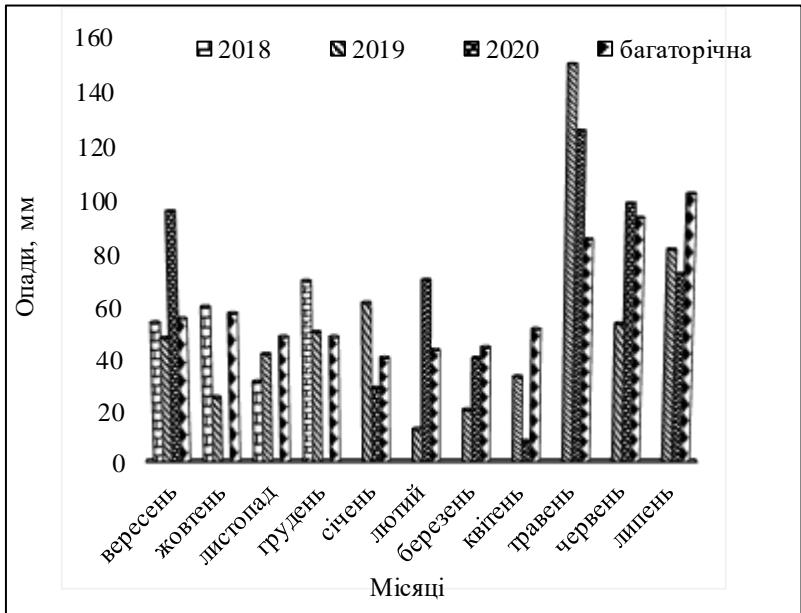


Рис. 1. Температура повітря, °С

Погодні умови осіннього періоду 2018 р. відрізнялися між собою за температурним режимом, кількістю та періодичністю опадів.

В осінній період температура повітря була вищою за норму в усіх декадах жовтня та I і II декадах листопада; кількість опадів – більшою за норму у III декаді жовтня та листопада (рис. 1, 2).



**Рис. 2. Опади, мм**

Так, погода в жовтні була помірно теплою та вологою (температура повітря перевищувала норму на  $2,8^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів – на  $2,5$  мм). Листопад характеризувався помірно теплою і сухою погодою (температура повітря була на  $0,9^{\circ}\text{C}$  вища за норму, а кількість опадів – на  $17,2$  мм менша за норму).

У зимовий період 2018–2019 рр. погодні умови мали низку особливостей, зокрема, в грудні та в першій половині січня температура повітря коливалася від плюсових до мінусових значень. Температура повітря в грудні була на  $0,3^{\circ}\text{C}$  нижча за норму, а кількість опадів – на  $21,3$  мм більша за норму. Температура повітря в січні 2019 р. перевищувала норму на  $1,2^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів – на  $21,0$  мм.

Температура повітря в лютому була на  $5,5^{\circ}\text{C}$  вища за норму, а кількість опадів – на 30,6 мм менша за норму.

Погодні умови в березні та квітні відповідали тенденціям останніх років, тобто температура повітря зростала, а кількість опадів зменшувалася. Температура повітря в березні була на  $4,6^{\circ}\text{C}$  вища за норму, а кількість опадів – на 24,1 мм менша за норму. Квітень характеризувався теплою та сухою погодою (температура повітря була на  $2,6^{\circ}\text{C}$  вища за норму, а кількість опадів – на 18,2 мм менша за норму). Температура повітря в травні була вища за норму на  $0,3^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів – на 64,6 мм.

У літній період погодні умови відрізнялися між собою. Червень характеризувався теплою та порівняно сухою погодою (температура повітря була на  $4,9^{\circ}\text{C}$  вища за норму, а опадів випало на 39,9 мм менше за норму). Температура повітря в липні була на  $0,8^{\circ}\text{C}$  вища багаторічної, а кількість опадів – на 20,8 мм менша за норму (див. рис. 1, 2).

Погодні умови березня 2020 р. характеризувалися підвищеним температурним режимом. Середньомісячна температура повітря дорівнювала  $4,6^{\circ}\text{C}$  і на  $4,1^{\circ}\text{C}$  перевищувала кліматичний показник, зокрема, високі температури спостерігали в I та II декадах, у III вони були в межах норми. Оподи випали в кількості 39,9 мм (91% від норми) переважно в I декаді – 23,4 мм. Середньодобова температура квітня була вищою за багаторічні на  $1,5^{\circ}\text{C}$  і становила  $8,9^{\circ}\text{C}$ .

Відчувався дефіцит опадів: за місяць випало лише 7,6 мм (за норми 51 мм), а в I декаді опади були відсутні. У травні гідротермічні умови змінилися. Температура повітря виявилася нижчою за норму на  $2,1^{\circ}\text{C}$  і дорівнювала  $10,8^{\circ}\text{C}$ , опадів випало в надлишку: 125,8 мм за норми 85 мм. У I декаді червня середньодобові температури повітря відповідали багаторічним ( $15,7^{\circ}\text{C}$ ), у II та III – дорівнювали  $19,4$  і  $20,0^{\circ}\text{C}$  і були вищими за норму, відповідно, на 3,4 та  $2,8^{\circ}\text{C}$ .

Місячна кількість опадів становила 98,4 мм за норми 93 мм. Вищі за норму середньодобові температури повітря відзначили також у липні (на  $1,4^{\circ}\text{C}$ ) та серпні (на  $3,1^{\circ}\text{C}$ ). Кількість опадів сягала, відповідно, 70,5 і 28,9% місячної норми. Так, середньомісячна температура повітря перевищувала багаторічну у вересні – липні в усі роки досліджень, крім травня 2020 р. Кількість опадів перевищувала багаторічну: у вересні 2020 р., жовтні 2018 р., січні 2019 р., лютому 2020 р., травні 2019 та 2020 рр., червні 2020 р. (див. рис. 1, 2).

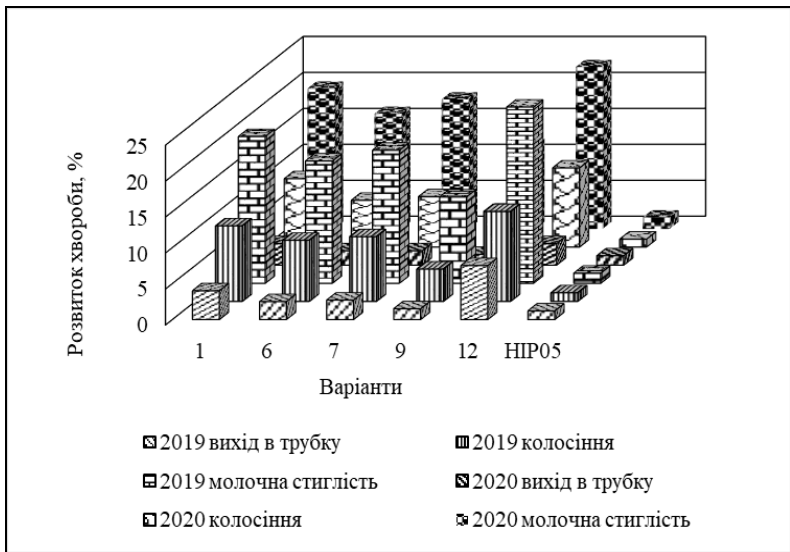
Метеорологічні умови, які склалися під час вегетаційного періоду пшениці озимої в 2019–2020 рр., були різними за

температурним режимом, кількістю та періодичністю випадання опадів, що відобразилось на прояві та розвитку основних хвороб культури.

Найпоширенішими хворобами, які виявились упродовж років досліджень, були: борошниста роса (збудник – гриб *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em), темно-бура плямистість листя (збудник – гриб *Drechslera tritici-repentis* Ito), піренофороз (збудник – гриб *Pyrenophora tritici-repentis*).

Температура повітря 17–20°C і відносна вологість повітря вище 80%, часті чергування теплих і вологих днів сприяли прояву і розвитку борошнистої роси на пшениці озимій упродовж вегетації.

Розвиток борошнистої роси залежно від досліджуваних варіантів пшениці озимі у 2020 р. становив: у фазі виходу в трубку – 1,5–3,0%, у фазі колосіння – 5,0–11,0%, у фазі молочної стиглості – 11,5–22,5% (рис. 3).



**Рис. 3. Розвиток борошнистої роси на пшениці озимій у 2019–2020 рр., %**

Примітка. Без внесення добрив (контроль, вар. 1);  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  0,5 н за Нг (вар. 6);  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 7);  $N_{30}P_{45}K_{45} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 9);  $N_{120}P_{135}K_{135} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 12).

Розвиток хвороби на контролі в 2020 р. становив: у фазі виходу в трубку – 3,0%, у фазі колосіння – 9,5%, у фазі молочної стиглості – 19,5%.

Найбільше ураження цієї хворобою відзначено у варіанті при внесенні під пшеницю озиму  $N_{120}P_{135}K_{135}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг і становило: у фазі виходу в трубку 3,0%; у фазі колосіння – 11,0%; у фазі молочної стиглості – 22,5% (див. рис. 3).

На фоні високих доз мінеральних добрив, зокрема при внесенні під пшеницю озиму  $N_{120}P_{135}K_{135}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг, у фазі молочної стиглості розвиток борошнистої роси збільшувався в 1,2 разу щодо контролю без удобрення.

У 2019 р. розвиток цього захворювання на досліджуваних варіантах був більшим і відповідно до фази розвитку культури становив: у фазі виходу в трубку – 1,5–7,5%, у фазі колосіння – 4,5–12,5%, у фазі молочної стиглості – 12,0–24,5% (див. рис. 3).

Упродовж років досліджень розвиток борошнистої роси у варіанті при внесенні під пшеницю озиму  $N_{30}P_{45}K_{45}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг був у 1,7 разу менше, ніж на контролі.

Погодні умови весняно-літнього періоду в 2020 р. були нерівномірними, суттєво відрізнялися по декадах за температурним режимом, кількістю та періодичністю опадів.

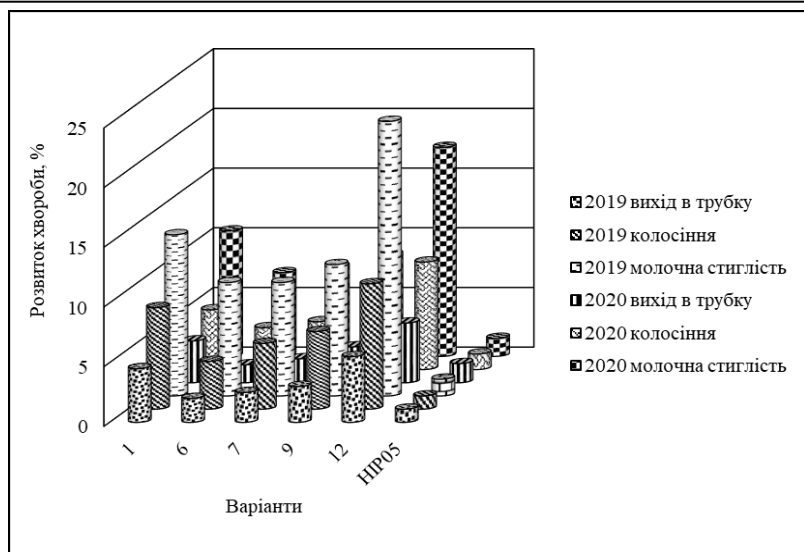
У I декаді червня середньодобові температури повітря відповідали багаторічним (15,7°C), у II та III дорівнювали 19,4 і 20,0°C і були вищими за норму, відповідно, на 3,4 та 2,8°C. Місячна кількість опадів становила 98,4 мм за норми 93 мм.

Розвиток темно-бурої плямистості листя на досліджуваних варіантах протягом вегетаційного періоду в 2020 р. становив: у фазі виходу в трубку – 1,5–5,0%, у фазі колосіння – 3,5–9,0%, у фазі молочної стиглості – 7,0–17,5% (рис. 4).

Розвиток захворювання на контролі в 2020 р. був таким: у фазі виходу в трубку – 3,5%, у фазі колосіння – 5,0%, у фазі молочної стиглості – 10,5% (рис. 4).

У фазі молочної стиглості у варіанті при внесенні під пшеницю озиму  $N_{120}P_{135}K_{135}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  0,5 н за Нг розвиток темно-бурої плямистості листя збільшувався в 1,7 разу щодо контролю без удобрення.

Розвиток хвороби в цій фазі у варіанті при внесенні під пшеницю озиму  $N_{70}P_{90}K_{90}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг був у 1,4 разу менше, ніж на контролі.



**Рис. 4. Розвиток темно-бурої плямистості листя на пшениці озимій у 2019–2020 рр., %**

Примітка. Без внесення добрив (контроль, вар. 1);  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  0,5 н за Нг (вар. 6);  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 7);  $N_{30}P_{45}K_{45} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 9);  $N_{120}P_{135}K_{135} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 12).

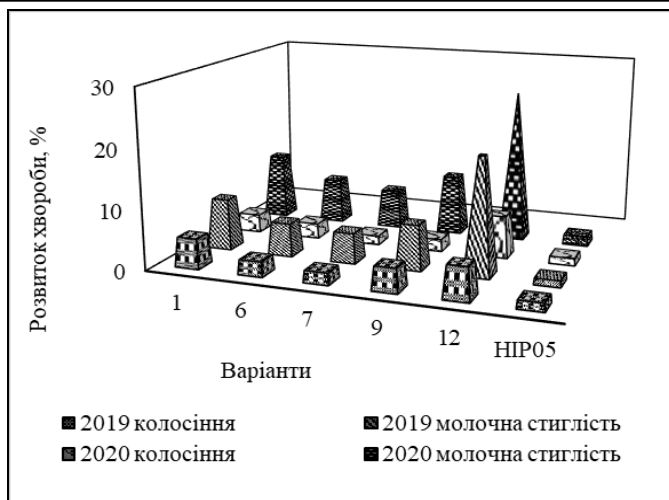
Залежно від досліджуваних варіантів протягом вегетаційного періоду в 2020 р. розвиток піренофорозу становив: у фазі колосіння – 1,5–7,0%, у фазі молочної стиглості – 6,5–25,5% (рис. 5).

Розвиток хвороби на контролі в 2020 р. становив: у фазі колосіння – 3,0%, у фазі молочної стиглості – 11,0%.

На фоні високих доз мінеральних добрив, зокрема при внесенні під пшеницю озиму  $N_{120}P_{135}K_{135}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг, розвиток піренофорозу збільшувався в 2,3 разу до контролю без удобрення.

Найменший розвиток захворювання відзначено у варіанті при внесенні під пшеницю озиму  $N_{70}P_{90}K_{90}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг. Він становив, відповідно, у 1,7 разу менше, ніж на контролі.

Розвиток піренофорозу в поточному році був у середньому в 1,3 разу більший залежно від варіанта порівняно з 2019 р.



**Рис. 5. Розвиток піренофорозу на пшениці озимій у 2019–2020 рр., %**

Примітка. Без внесення добрив (контроль, вар. 1);  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  0,5 н за Нг (вар. 6);  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 7);  $N_{30}P_{45}K_{45} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 9);  $N_{120}P_{135}K_{135} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг (вар. 12).

**Висновки.** Найбільш поширеними хворобами під час вегетації пшениці озимої у 2019–2020 рр. були борошниста роса, піренофороз і темно-бура плямистість листя.

Системи удобрення впливали на розвиток листкових хвороб пшениці озимої, зокрема, найменший розвиток темно-бурої плямистості листя та піренофорозу відзначено у варіанті при внесенні під пшеницю озиму  $N_{70}P_{90}K_{90}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг, і він становив, відповідно, в 1,4 та 1,7 разу менше, ніж на контролі.

Розвиток борошнистої роси у варіанті при внесенні під пшеницю озиму  $N_{30}P_{45}K_{45}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг був у 1,4 та 1,7 разу меншим, ніж на контролі.

При внесенні під пшеницю озиму високих доз мінеральних добрив  $N_{120}P_{135}K_{135}$  на фоні 10 т/га гною +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг розвиток борошнистої роси збільшувався в 1,2 разу, темно-бурої плямистості листя – в 1,7 разу, піренофорозу – у 2,3 разу до контролю без удобрення.

**Список використаної літератури**

1. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур. Миронівка, 2016. 58 с.
2. Вожегова Р. А., Кривенко А. І. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої та економічно-енергетичну ефективність технології її вирощування в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1 (101). С. 39–46.
3. Веремесенко С. И., Фурманец О. А. Изменение агрохимических свойств темно-серой почвы Западной Лесостепи Украины под влиянием длительного сельскохозяйственного использования. *Почвоведение*. 2014. № 5. С. 602–610.
4. Віннічук Т. С., Пармінська Л. М., Гаврилюк Н. М. Захист пшениці озимої від хвороб та шкідників за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 9. С. 30–40.
5. Віннічук Т. С., Пармінська Т. С. Особливості складу патогенної мікофлори ґрунту під пшеницею озимою у короткоротаційних сівозмінах *Карантин і захист рослин*. 2011. № 9. С. 4–7.
6. Вплив добрив у сівозміні на родючість ґрунту і продуктивність культур / Дегодюк С. Е. та ін. *Зб. наук. праць Нац. наук. центру «Ін-т землеробства НААН»* 2010. Вип. 4. С. 3–10.
7. Глазунова Н. Н., Безгина Ю. А., Хаджиахметова О. М. Роль системи удобрення в підвищенні почвенного плодороддя. *Сб. науч. трудов Sworld*. 2014. Т. 27. № 2. С. 87–89.
8. Гринь С. О. Проблеми деградації ґрунтового покриву та шлях поліпшення якості ґрунтів. *Молодий вчений*. 2015. № 11 (26). Ч. 1. С. 58–62.
9. До проблеми аналітичної оцінки ефективності мінеральних добрив та екологічних обмежень їх норми / О. В. Харченко, В. І. Прасол, Е. А. Захарченко та ін. ; за ред. д. с.-г. н. М. Г. Собка. Суми. 2015. 32 с.

**References**

1. Vasylykivskiy S. P., Kochmar-skiy V. S. Breeding and seed production of field crops. Myronivka, 2016. 58 p.
2. Vozhehova R. A., Kryvenko A. I. Influence of biologicals on winter wheat productivity and economic and energy efficiency of its cultivation technology in the conditions of the South of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2019. Issue 1 (101). P. 39–46.
3. Veremeenko S. Y., Furmanets O. A. Changes in agrochemical properties of dark-gray soil of the Western Forest-Steppe of Ukraine under the influence of long-term agricultural use. *Pochvovedenie*. 2014. No. 5. P. 602–610.
4. Vinnichuk T. S., Parminska L. M., Havryliuk N. M. Protection of winter wheat from diseases and pests under various fertilizer systems. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No. 9. P. 30–40.
5. Vinnichuk T. S., Parminska T. S. Features of the composition of pathogenic soil mycoflora under winter wheat in short-rotation crop rotations. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2011. No. 9. P. 4–7.
6. Influence of fertilizers in crop rotation on soil fertility and crop productivity / S. E. Dehodiuk et al. *Zb. nauk. prats. Nats. nauk. tsentru «In-t zemlerobstva NAAN»*. 2010. Vol. 4. P. 3–10.
7. Hlazunova N. N., Bezghyna Yu. A., Khadzhyakhmetova O. M. The role of the fertilizer system in increasing soil fertility. *Sb. nauch. trudov Sworld*. 2014. Vol. 27. No. 2. P. 87–89.
8. Hryn S. O. Problems of soil degradation and the way to improve soil quality. *Molodyi vchenyi*. 2015. No. 11 (26). Ch. 1. P. 58–62.
9. Kharchenko O. V., Prasol V. I., Zakharchenko E. A., Petrenko Yu. M., Sobko M. H. To the problem of analytical evaluation of mineral fertilizers efficiency and ecological limitations of their norm / za red. d. s.-h. n. M. H. Sobka. Sumy. 2015. 32 s.
10. Dospikhov B. A. Methods of field experience (with the basics of statistical

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат. 1985. 351 с.
11. Есаулко А. Н., Устименко Е. А., Гуруева А. Ю. Эффективность программирования урожайности озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности. *Сб. науч. трудов Sworld по материалам междунар. науч.-практ. конф.* 2012. Т. 46. № 4. С. 95–98.
12. Ефективність елементів біологізації технології вирощування пшениці озимої в Лісостеповій зоні України / С. М. Шакалій та ін. *Таврійський наук. вісник.* 2020. № 112. С. 174–180.
13. Ефективність сумісного застосування добрив та мікробних препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур на півдні України / І. О. Бідина, О. С. Влащук, В. В. Козирев, А. В. Томницький. *Зрошуване землеробство* : зб. наук. пр. Херсон : Айлант, 2013. Вип. 60. С. 54–56.
14. Захист зернових культур від шкідників, хвороб і бур'янів при інтенсивних технологіях / Б. А. Арешніков, М. П. Гончаренко, М. Г. Костюковський та ін. Київ, 1992. 224 с.
15. Захист зрошуваної пшениці озимої від шкідливих організмів / О. Д. Шелудько, О. Є. Марковська, В. Г. Найдюнов, В. М. Нижоголенко. *Зрошуване землеробство.* 2012. Вип. 57. С. 73–79.
16. Землеробство XXI століття – проблеми та шляхи вирішення / В. Ф. Камінський та ін. Київ. 2015. 272 с.
17. Карпіщенко О. І. Еколого-економічні проблеми використання мінеральних добрив. *Вісник Сумського держ. ун-ту.* Суми, 2013. № 2. Економіка. С. 5–11.
18. Кернасюк Ю. Ринок мінеральних добрив в Україні: стан і перспективи. *processing of research results) Moskva : Ahropromizdat, 1985. 351 p.*
11. Hurueva A. Yu. Efficiency of programming of winter wheat yield on leached chernozem of the Stavropol Upland *Sb. nauch. trudov Sworld po materialam mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* 2012. Vol. 46. No. 4. P. 95–98.
12. Efficiency of elements of biologization of winter wheat growing technology in the Forest-Steppe zone of Ukraine / S. M. Shakalii ta in. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk.* 2020. No. 112. P. 174–180.
13. The effectiveness of the joint use of fertilizers and microbial preparations in the cultivation of crops in southern Ukraine / I. O. Bidnyina, O. S. Vlashchuk, V. V. Kozyriev, A. V. Tomnytskyi. *Zroshuvane zemlerobstvo* : zbirnyk naukovykh prats. Kherson : Ailant, 2013. Issue 60. P. 54–56.
14. Protection of cereals from pests, diseases and weeds with intensive technologies / Arashnikov B. A., Honcharenko M. P., Kostiuovskiyi M. H. ta in. Kyiv, 1992. 224 s.
15. Protection of irrigated winter wheat from pests. *Zroshuvane zemlerobstvo* / O. D. Sheludko, O. Ye. Markovska, V. H. Naidonov, V. M. Nyzheholenko. *Zroshuvane zemlerobstvo.* 2012. V. 57. P. 73–79.
16. Agriculture of the XXI century – problems and solutions / V. F. Kaminskyi ta in. Kyiv. 2015. 272 p.
17. Karpishchenko O. I. Ecological and economic problems of mineral fertilizers use. *Visnyk Sumskoho derzhavnoho universytetu.* Sumy, 2013. No. 2. Ekonomika. P. 5–11.
18. Kernasiuk Yu. Mineral fertilizers market in Ukraine: status and prospects. *Ahrobiznes sohodni.* 2014. No. 5 (276). P. 14–17.
19. Integrated crop protection systems / V. P. Turenko, M. O. Bilyk, A. V. Kulieshov ta in. ; za red. V. P. Turenka, M. O. Bilyka ; KhNAU imeni V. V. Dokuchaieva. Vyd. 2-he, dopov. Kharkiv : Maidan, 2019.

*Агробізнес сьогодні*. 2014. № 5 (276). С. 14–17.

19. Комплексні системи захисту сільськогосподарських культур від хвороб / В. П. Туренко, М. О. Білик, А. В. Кулешов та ін. ; за ред. В. П. Туренка, М. О. Білика ; ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Вид. 2-ге, допов. Харків : Майдан, 2019. 330 с.

20. Кононюк Л. М., Корсун С. Г., Давидюк Г. В. Врожайність та якість зерна пшениці озимої залежно від технології вирощування в Правобережному Лісостепу : зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т землеробства НААН». 2014. Вип. 4. С. 46–54.

21. Лихочвор В. В., Матковська М. В. Урожайність сортів озимого ячменю залежно від норм добрив, морфорегуляторів та фунгіцидів в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 91–101.

22. Любич В. В. Продуктивність сортів та ліній пшениці залежно від аботичних та біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3 (95). С. 146–160.

23. Макаренко Н. А. Еколого-токсикологічна оцінка мінеральних добрив вітчизняного виробництва за показниками впливу на ґрунтову екосистему. *Зб. наук. пр. Уман. с.-г. акад.* Умань, 2002. Вип. 54. С. 98–107.

24. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Ефективність елементів технології для контролю *Drechslera sorociniana* Subram пшениці озимої. *Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених* : матеріали міжнар. наук.-практ. online-конференції молодих вчених, присвяченої Дню науки. Херсон : ІЗЗ НААН, 2020. С. 148–150.

25. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Агробіологія*. 2020. Вип. 1. С. 96–103.

330 p.

20. Kononiuk L. M., Korsun S. H., Davydiuk H. V. Yield and quality of winter wheat grain depending on the technology of cultivation in the Right-Bank Forest-Steppe: *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2014. V. 4. P. 46–54.

21. Lykhochvor V. V., Matkovska M. V. Yields of winter barley varieties depending on fertilizer rates, morphoregulators and fungicides in the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2017. Vyp. 62. S. 91–101.

22. Liubych V. V. Productivity of wheat varieties and lines depending on abotic and biotic factors. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2017. Issue 3 (95). P. 146–160.

23. Makarenko N. A. Ekologo-toksykologichna otsinka mineralnykh dobryv vitchyznianoho vyrobnytstva za pokaznykamy vplyvu na hruntovu ekosystemu. *Zbirnyk nauk. prats Umanskoj silskohospodarskoj akademii*. Uman, 2002. Issue 54. P. 98–107.

24. Markovska O. Ye., Hrechyskyna T. A. Efficiency of elements of technology for control of *Drechslera sorociniana* Subram of winter wheat. "Scientific and practical bases of formation of innovative agrotechnologies - the newest approaches of young scientists" : materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi online konferentsii molodykh vchenykh, prysviachenoi Dniu nauky, Kherson : IZZ NAAN, 2020. S. 148–150.

25. Markovska O. Ye., Hrechyskyna T. A. Productivity of winter wheat varieties depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiia*. 2020. Issue 1. P. 96–103.

26. Methods of testing and application of pesticides. / za red. S. O. Trybelia. Kyiv, 2001. 448 p.

27. Methodology for assessing the resistance of wheat varieties against pests and pathogens / S. O. Trybel,

26. Методика випробування і застосування пестицидів. За ред. С. О. Трибеля. Київ, 2001. 448 с.
27. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / С. О. Трибель, М. В. Гетьман, О. О. Стригун та ін. Київ. 2010. С. 392.
28. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ / Л. Т. Бабаянц, А. Мештерхази, Ф. Вехтер и др. Прага, 1988. С. 321.
29. Олейніков Є. С. Вплив органічних і мінеральних добрив на розвиток хвороб листя пшениці озимої. *Вісник ХНАУ. Фітопатологія та ентомологія*. 2016. № 1–2. С. 32–39.
30. Панкеев С. В. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від фону живлення та умов зволоження на Півдні України : дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09 ; ДВНЗ «Херсон. держ. аграрний ун-т». Херсон, 2017. С. 26.
31. Пасацька В. С., Починок Л. А., Гаврилюк Н. М. Вплив систем удобрення на фітосанітарний стан посівів пшениці озимої в зоні Північного Лісостепу. *Зб. наук. пр.* 2013. Вип. 17. С. 185–188.
32. Ретьман С. В. Плямистості озимої пшениці. Київ : Колобів, 2010. 232 с.
33. Тараріко О. Г. Механізми і технології контролю родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки: наук.-теорет. журнал Укр. акад. аграрних наук*. 2011. № 11. С. 16–19.
34. Bilovus G. Ya. Influence of meteorological conditions and varietal peculiarities on development of fungal diseases winter wheat. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 1. С. 76–80.
35. Compendium of Wheat Diseases and Pests / W. W. Bockus, R. L. Bowden, R. M. Hunger et al. Third Edition. American Phytopathological Society, St. Paul, MN 2010. P. 171.
- М. V. Hetman, O. O. Stryhun та insh. Київ. 2010. P. 392.
28. Methods of selection and assessment of disease resistance of wheat and barley in CMEA member countries / L. T. Babaiants, A. Meshterkhazı, F. Vekhter i dr. Praha, 1988. P. 321.
29. Oleinikov Ye. S. Influence of organic and mineral fertilizers on the development of winter wheat leaf diseases. *Visnyk KhNAU. Fitopatohohiia ta entomohohiia*. 2016. No. 1–2. P. 32–39.
30. Pankieiev S. V. Productivity of winter wheat varieties depending on the feeding background and moisture conditions in the South of Ukraine: dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.09 ; DVNZ «Khersonskiy derzhavnyi ahrarniy universytet». Kherson, 2017. P. 26.
31. Pasatska V. S., Pochynok L. A., Havryliuk N. M. Influence of fertilizer systems on the phytosanitary condition of winter wheat crops in the northern forest-steppe zone. *Zbirnyk naukovykh prats*. 2013. Issue 17. P. 185–188.
32. Retman S. V. Pliamystosti ozymoi pshenytsi. Kyiv : Kolobih, 2010. 232 p.
33. Tarariko O. H. Mechanisms and technologies of soil fertility control. *Visnyk ahrarnoi nauky: naukovo-teoretychnyi zhurnal Ukrainskoi akademii ahrarnykh nauk*. 2011. No. 11. P. 16–19.
34. Bilovus G. Ya. Influence of meteorological conditions and varietal peculiarities on development of fungal diseases winter wheat. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2016. No. 1. P. 76–80.
35. Compendium of Wheat Diseases and Pests / W. W. Bockus, R. L. Bowden, R. M. Hunger et al. Third Edition. American Phytopathological Society, St. Paul, MN 2010. P. 171.
36. Evaluation of alternative nitrogen fertilizers for corn and winter wheat production / S. Cahill, D. Osmond, R. Weisz, R. Heiniger. *Agron. J.* 2010. Vol. 102. P. 1226–1236.
37. Markovska O. Y., Pikovskyi M. Y., Nikishov O. O. Optimization of the system

36. Evaluation of alternative nitrogen fertilizers for corn and winter wheat production / S. Cahill, D. Osmond, R. Weisz, R. Heiniger. *Agron. J.* 2010. Vol. 102. P. 1226–1236.

37. Markovska O. Y., Pikovskiy M. Y., Nikishov O. O. Optimization of the system of irrigated winter wheat protection against harmful organisms in southern Ukraine. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Vol. 10. No. 3–4. P. 98–104.

38. Motavalli P. P., Nelson K. A., Bardhan S. Development of a variable-source N fertilizer management strategy using enhanced-efficiency N fertilizers. *Soil Sci.* 2012. No. 177. P. 708–718.

39. Nitrogen and tillage effects on wheat leaf spot diseases in the Northern Great Plains / J. M. Krupinsky, A. D. Halvorson, D. L. Tanaka et al. *Agr. J.* 2007. No. 99. P. 562–569.

of irrigated winter wheat protection against harmful organisms in southern Ukraine. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Vol. 10. No. 3–4. P. 98–104.

38. Motavalli P. P., Nelson K. A., Bardhan S. Development of a variable-source N fertilizer management strategy using enhanced-efficiency N fertilizers. *Soil Sci.* 2012. No. 177. P. 708–718.

39. Nitrogen and tillage effects on wheat leaf spot diseases in the Northern Great Plains / J. M. Krupinsky, A. D. Halvorson, D. L. Tanaka et al. *Agr. J.* 2007. No. 99. P. 562–569.

Отримано 28.12.2020

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-2

УДК 633.491:631.53.01(477.7)

**Р. А. ВОЖЕГОВА, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН**

**Г. С. БАЛАШОВА, доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник**

**Л. В. БОЯРКІНА, кандидат с.-г. наук**

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук

*с-ще Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, e-mail: boyarkina.08@ukr.net*

## **ВПЛИВ СТРОКУ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ ВЕСНЯНОГО САДІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ ЗА ЛІТНЬОГО САДІННЯ СВІЖОЗІБРАНИМИ БУЛЬБАМИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

Метою проведення досліджень було виявлення закономірностей продукційного процесу сортів картоплі різних груп стиглості залежно від строків збирання раннього врожаю та садіння свіжозібраних бульб у літньому садінні.

За проведення двофакторного польового досліду передбачали п'ять строків збирання першого врожаю та садіння свіжозібраних бульб картоплі сортів різних груп стиглості: ранньостиглої – сорт Щедрик, середньоранньої – сорт Невська та середньостиглої – сорт Слов'янка. Облікова площа ділянки 6,37 м<sup>2</sup>, густина садіння 48,3 тис. бульб на 1 га, розташування ділянок рандомізоване. Дослідження проводили в умовах зрошення протягом 2014–2015 рр. Для визначення достовірності отриманих даних використовували статистичні методи.

Суттєво вплинув на дату проходження фаз розвитку лише строк садіння бульб. Садіння 10 липня спричинило настання фази бутонізації на 8–11 днів пізніше, а повне цвітіння не відбулось. Відповідно до строку садіння змінювалась і польова схожість матеріалу. При садінні 20 червня вона становила 74,0 у сортів Щедрик та Невська і 80,8% у сорту Слов'янка. Практично такий же рівень польової схожості зберігався і при садінні 25 червня. Подальше запізнення із садінням призводить до старіння бульб і, як наслідок, різкого зменшення польової схожості, яка 10 липня становила 39,4–48,1%.

Найвища урожайність за весняного садіння була в середньостиглого сорту Слов'янка – 16 т/га, хоча врожай картоплі за першого строку збирання (20 червня) складав лише 9,33 т/га. Найвищий урожай за цього строку збирання сформували ранньостиглий сорт Щедрик – 10,0 та середньоранній – Невська – 10,1 т/га.

За підсумками двох років досліджень найбільш прийнятним строком літнього садіння свіжозібраних бульб на півдні України є період 20–25 червня.

© Вожегова Р. А., Балашова Г. С.,  
Бояркіна Л. В., 2021

При цьому формується перший врожай (SE) на рівні 9,3–11,8 т/га при собівартості, відповідно, 4542–3699 грн/т. Садіння свіжозібраних бульб у цей період забезпечує отримання восени 17,5–16,3 т/га бульб (E) високої якості і при реалізації як насінневого матеріалу має рентабельність виробництва 305–280%.

**Ключові слова:** картопля, сорт, весняне садіння, літнє садіння, двоврожайна культура.

**Raisa Vozhehova, Halyna Balashova, Liubov Boiarkina**

Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences

**Influence of the potato harvesting period of spring planting on the productivity of seed material at summer planting with freshly picked tubers in the conditions of Southern Ukraine**

The purpose of the research was to identify the regularities of the production process of potato varieties of different ripeness groups, depending on the timing of early harvesting and planting of freshly picked tubers in summer planting.

When conducting a two-factor field experiment, five terms of harvesting were provided for the first crop and planting freshly picked potato tubers of different ripeness groups varieties: early-maturing – Shchedryk variety, medium-early – Nevska variety and medium-maturing – Slovyanka variety. The accounting area of the plot was 6.37 m<sup>2</sup>, the planting density – 48.3 thousand tubers per 1 ha, the location of the plots is randomized. The research was conducted under irrigation conditions during 2014–2015. Statistical methods were used to determine the reliability of the obtained data.

Only the period of planting tubers significantly affected the date of passing the development phases. Planting on July 10 caused the onset of budding 8-11 days later, and full flowering did not occur. The field germination of the material also changed according to the planting period. When planted on June 20, it was 74.0% for Shchedryk and Nevska varieties and 80.8% for Slovyanka variety. Almost the same level of field germination was maintained at planting on June 25. Further delay in planting leads to aging of tubers and, as a consequence, a sharp decrease in field germination, which on July 10 amounted 39.4–48.1%.

The medium-ripened Slovyanka variety was the most productive in spring planting – 16 t/ha, although the potato harvest at the first harvest period (June 20) was only 9.33 t/ha. The highest yield during this harvesting period was formed by the early-maturing Shchedryk variety – 10.0 and the medium-early Nevska variety – 10.1 t/ha.

Based on the results of two years of research, it should be stated that the most acceptable period for summer planting of freshly picked tubers in the south of Ukraine is the period of June 20–25. At the same time, the first crop (SE) is formed at the level of 9.3–11.8 t/ha, with a prime cost of 4542–3699 UAH/t, respectively. Planting freshly picked tubers during this period ensures that 17.5–16.3 t/ha of high-

quality tubers (E) are obtained in autumn and, when sold as seed material, provides a production profitability of 305–280%.

**Key words:** potatoes, variety, spring planting, summer planting, double-yielding crop.

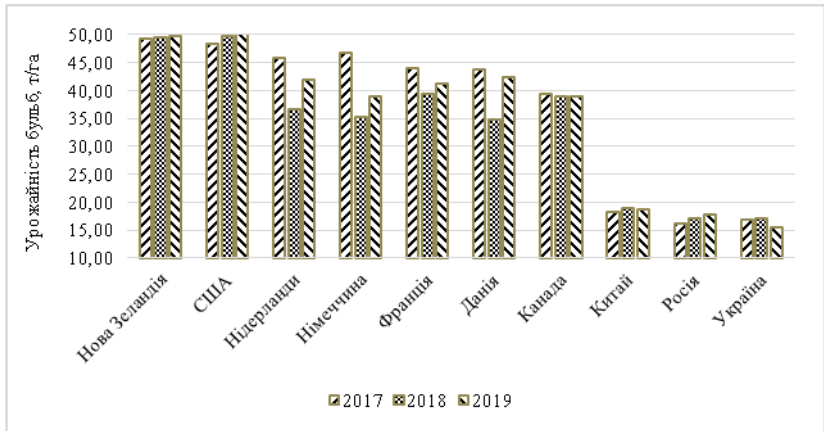
**Вступ.** Культура картоплі характеризується високою екологічною пластичністю, проте нормально росте й розвивається в разі забезпечення її відповідною кількістю вологи, світла, тепла, елементів живлення. З підвищенням температури зростають вимоги до вологозабезпечення [7].

Погодні умови Південного Степу України (високі температури повітря та ґрунту, низька абсолютна вологість, часті суховії) є досить складними для культури картоплі. Тому виникає необхідність у створенні оптимальних умов для росту й розвитку рослин картоплі, а також застосування сортів, які б відзначались пластичністю при настанні несприятливих умов та стабільністю високих продуктивних показників. Виробництво картоплі на півдні України можливе лише при застосуванні зрошення, а також за умови використання високоякісного насінневого матеріалу нових сортів, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов Степу [2].

Згідно з даними FAO – Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН, тільки 5 країн у світі виробляють понад 20 млн т картоплі щорічно. Попри скорочення посівних площ під картоплею в Україні (за 2001–2019 рр. з 1631,0 тис. до 1308,8 тис. га), виробництво її впродовж останніх років перевищує 20 млн т, що є результатом підвищення середньої врожайності з 12,16 т/га у 2000 р. до 17,05 т/га у 2018-му [18]. У 2017 р. Україна за обсягами виробництва картоплі за рік посіла 4-те місце з показником 22 млн т, а в 2019 р. – 3-тє, після Китаю (93 млн т) та Індії (51 млн т), із показником 23 млн т. Проте за показниками врожайності картоплі Україні належить 10-тє місце у світі (рис. 1). Низька врожайність обумовлюється втратами через нечітко налагоджену систему насінництва, порушення технологій вирощування й зберігання [12].

Правильний вибір сортів для певних ґрунтово-кліматичних умов і напрямів використання – основна передумова отримання високих урожаїв відповідної якості [5]. Вчені різних країн проводили дослідження впливу сортів на продуктивність картоплі, проте більшість із них стосувалася промислового виробництва, а не насінництва [27, 30]. У південній частині Росії та Північному Степу

України проводили дослідження на зрошуваних землях у двоврожайній культурі на промислові цілі та вивчали сорти однакової групи стиглості – ранньостиглі [1, 16]. В Інституті зрошеного землеробства НААН питанням адаптації та розробленням технології вирощування сортів картоплі, придатних для вирощування в умовах півдня України двоврожайною культурою різних груп стиглості вітчизняної і закордонної селекції, займаються постійно [3, 23–26]. Зміни клімату останніми роками спонукають учених-аграріїв до адаптації наявних, виведення та впровадження у виробництво нових сортів, придатних для вирощування в екстремальних умовах [14, 19–22, 28, 29].



**Рис. 1. Місце України у світі за врожайністю картоплі (2017–2019) [18]**

Метою проведення досліджень було виявлення закономірностей продукційного процесу сортів картоплі різних груп стиглості залежно від строків збирання раннього врожаю та садіння свіжозібраних бульб в літньому садінні.

Основні завдання досліджень:

– з’ясувати оптимальні строки збирання першого врожаю картоплі та садіння свіжозібраних бульб у літньому садінні сортів ранньої, середньоранньої та середньостиглої груп стиглості;

– визначити вплив строків збирання першого врожаю та садіння свіжозібраних бульб на ріст, розвиток рослин картоплі, формування врожаю бульб;

– обґрунтувати економічну ефективність строків збирання та садіння свіжозібраних бульб картоплі.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили на полях Інституту зрошуваного землеробства НААН на типовому для півдня України темно-каштановому ґрунті в умовах зрошення протягом 2014–2015 рр. При проведенні досліджень та аналізі отриманих результатів керувались методичними рекомендаціями [4, 8–11, 13, 15]. Для вирішення поставлених завдань у лабораторії біотехнології картоплі ІЗЗ НААН у 2014–2015 рр. було проведено двофакторний польовий дослід, який передбачав п'ять строків збирання першого врожаю та садіння свіжозібраних бульб супереліти (SE) картоплі сортів різних груп стиглості: ранньостиглої – сорт Щедрик, середньоранньої – сорт Невська та середньостиглої – сорт Слов'янка. Облікова площа ділянки 6,37 м<sup>2</sup>, густота садіння 48,3 тис. бульб на 1 га, розташування ділянок рандомізоване. Для визначення достовірності отриманих даних використовували статистичні методи [17].

Погодні умови років досліджень були характерними для півдня України. У 2014 р. за вегетаційний період літнього строку садіння опади були у вигляді злив, що випадали нерівномірно, гідротермічний коефіцієнт літнього періоду – 0,7, що характеризує посушливі умови. Середньомісячна температура повітря за літній період склала 23,5°C, що на 2,5°C вище норми. Максимальний показник температури повітря зафіксували 3 серпня (38,0°C). Опадів за сезон зафіксовано 104,5 мм (79,2% від норми), основна частина яких випала в другій (28,6 мм) та третій (64,4 мм) декадах червня, а також у третій декаді липня (19,4 мм). Осінь характеризувалася сухою і теплою погодою. Середньомісячна температура повітря за вересень склала 18,4°C. Опадів випало 43,0 мм, основна частина – у третій декаді вересня. На період збирання культури спостерігалася суха, без опадів, погода.

Веgetаційний період літнього строку садіння 2015 р. був помірно жарким, з опадами у вигляді злив, максимальна кількість опадів (104,6 мм) випала в липні. Середньомісячна температура повітря за літній період становила 22,5°C, що на 1,5°C вище норми. Максимальна температура повітря підвищувалась до 38,6°C (11 серпня). Осінній період вегетації характеризувався сухою й теплою погодою. Середньомісячна температура повітря за вересень склала 20,9°C. Опадів за місяць випало всього 4,6 мм (8 вересня) і до моменту збирання більше не спостерігалось.

**Результати і обговорення.** Перший строк збирання та садіння (SE) проводили 20 червня, решту – кожні п'ять днів, тобто 25 та 30 червня і 5 та 10 липня згідно зі схемою досліджу.

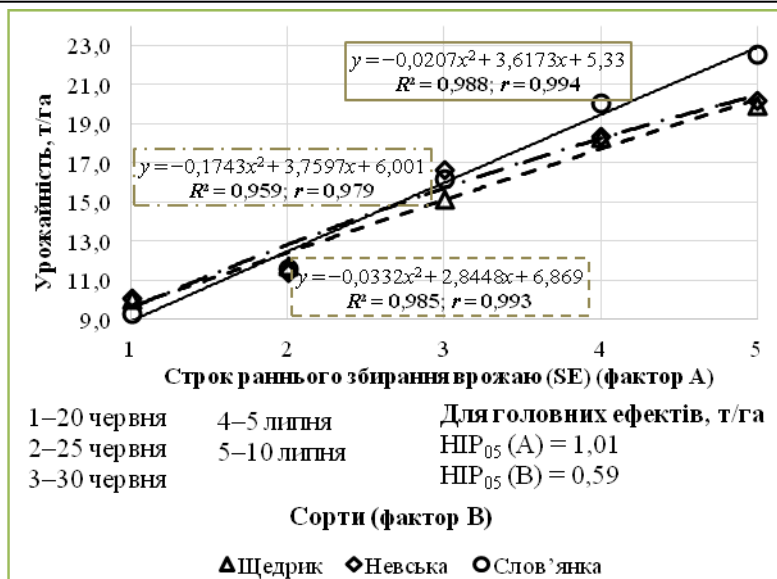
В середньому за два роки досліджень найбільш урожайним виявився середньостиглий сорт Слов'янка – 16 т/га. Хоча перший врожай картоплі (20 червня) становив лише 9,33 т/га, проте вже з 25 червня показники майже зрівнялись – 11,6 т/га. Найбільший урожай за першого строку збирання сформували ранньостиглий сорт Щедрик – 10,0 та середньоранній Невська – 10,1 т/га. З 5 липня різниця щодо ранньостиглого сорту Щедрик та середньораннього Невська становила 1,7–1,8 т/га на користь сорту Слов'янка. Найбільший урожай за дослідом було зафіксовано 10 липня в сорту Слов'янка – 22,6 т/га, що на 11,5% вище порівняно із сортом Щедрик та на 10,6% – із сортом Невська (табл. 1).

### 1. Урожайність насіннєвого матеріалу картоплі (SE) сортів різних груп стиглості за раннього збирання, т/га (середня за 2014–2015 рр.)

Строк збирання (фактор А)	Сорт (фактор В)			Середні за фактором А
	Щедрик	Невська	Слов'янка	
20 червня	10,0	10,1	9,3	9,8
25 червня	11,8	11,4	11,6	11,6
30 червня	15,2	16,7	16,2	16,0
5 липня	18,3	18,4	20,1	18,9
10 липня	20,0	20,2	22,6	20,9
Середні за фактором В	15,0	15,4	16,0	

За результатами кореляційно-регресійного аналізу залежність урожаю сортів усіх груп стиглості від строків раннього збирання виявилася дуже високою. Значення коефіцієнтів кореляції і детермінації близькі до 1, а отже, чим пізніший термін збирання, тим вища врожайність (рис. 2).

Згідно зі схемою досліджу зібрані бульби обробляли 4-компонентним розчином для переривання періоду спокою та висаджували в полі в той же день. Спостереження за розвитком рослин виявили, що при садінні 20 червня сходи з'явилися на 32–33-й день, масова бутонізація, незалежно від сорту, відбулася на 54–60-й, масове цвітіння – на 72–77-й день, крім рослин, висаджених 10 липня.



**Рис. 2. Поліноміальна модель залежності врожаю (SE) сортів різних груп стиглості від строків раннього збирання**

Суттєво вплинув на дату проходження фаз розвитку лише строк садіння бульб. Садіння 10 липня спричинило настання бутонізації на 8–11 днів пізніше, а повне цвітіння не відбулось. Відповідно до строку садіння змінювалась і польова схожість матеріалу. При садінні 20 червня вона становила 74,0 у сортів Щедрик та Невська і 80,8% – у сорту Слов'янка. Практично такий же рівень польової схожості зберігався й при садінні 25 червня. Подальше запізнення із садінням призводить до старіння бульб і, як наслідок, різкого зменшення польової схожості, яка 10 липня становила 39,4–48,1% (табл. 2).

Спостереження за розвитком рослин у 2015 р. виявили, що при садінні 20 червня сходи з'явились на 32–33-й день, початок і масова бутонізація залежали більшою мірою від дати садіння, а не від сорту, і відбулися на 50–52-й день від садіння, через 8–11 днів почалось цвітіння рослин (табл. 3).

## 2. Розвиток рослин картоплі за різних строків літнього садіння свіжозібраних бульб (SE), 2014 р.

Строк садіння, фактор А	Сорт, фактор В	Польова схожість, %	Бугонізація, день (днів) від садіння		Цвітіння, день від садіння	
			початок	масова	початок	масове
20 червня	Щедрик	74,0	48	58	69	75
	Невська	74,0	48	58	69	75
	Слов'янка	80,8	46	58	69	77
25 червня	Щедрик	76,9	44	59	66	73
	Невська	74,0	44	59	66	73
	Слов'янка	74,0	42	59	66	72
30 червня	Щедрик	57,7	46	56	68	74
	Невська	62,5	46	56	68	77
	Слов'янка	66,3	46	56	68	74
5 липня	Щедрик	43,3	51	54	67	75
	Невська	51,9	51	54	67	75
	Слов'янка	51,9	51	54	67	75
10 липня	Щедрик	39,4	59	60	77	–
	Невська	47,1	59	60	77	–
	Слов'янка	48,1	59	60	77	–

## 3. Розвиток рослин картоплі за різних строків літнього садіння свіжозібраних бульб (SE), 2015 р.

Строк садіння, фактор А	Сорт, фактор В	Польова схожість, %	Бугонізація, день від садіння		Цвітіння, день від садіння	
			початок	масова	початок	масове
1	2	3	4	5	6	7
20 червня	Щедрик	84,6	52	61	69	–
	Невська	82,7	52	61	66	73
	Слов'янка	90,4	52	61	66	73
25 червня	Щедрик	79,8	50	60	64	–
	Невська	73,1	52	60	68	72
	Слов'янка	80,8	52	60	68	76
30 червня	Щедрик	63,5	55	63	66	–
	Невська	54,8	52	63	66	72
	Слов'янка	42,3	52	63	66	72

1	2	3	4	5	6	7
5 липня	Щедрик	49,0	67	–	82	–
	Невська	40,4	67	–	82	–
	Слов'янка	40,4	73	–	–	–
10 липня	Щедрик	39,4	68	–	–	–
	Невська	39,4	68	–	–	–
	Слов'янка	30,8	72	–	–	–

Суттєво вплинув на дату проходження фаз розвитку лише строк садіння бульб. Садіння 10 липня спричинило настання бутонізації на 16–21 день пізніше, а повне цвітіння не відбулось. Відповідно до строку садіння змінювалась і польова схожість матеріалу. При садінні 20 червня вона становила 84,0 у Щедрика, 82,7 у Невської і 90,4% у Слов'янки. Такий рівень польової схожості зберігався і при садінні 25 червня (80,8–73,1%). Подальше запізнення із садінням призводить до старіння бульб і, як наслідок, різкого зменшення польової схожості, яка 10 липня становила 30,8–39,4%.

Рослини ранньостиглого сорту Щедрик, висаджені 20 червня, сформували найбільшу масу товарної бульби – 96,3 г, а 5 липня – найменшу – 64,9 г, різниця між цими показниками становила 32,6% (рис. 3).

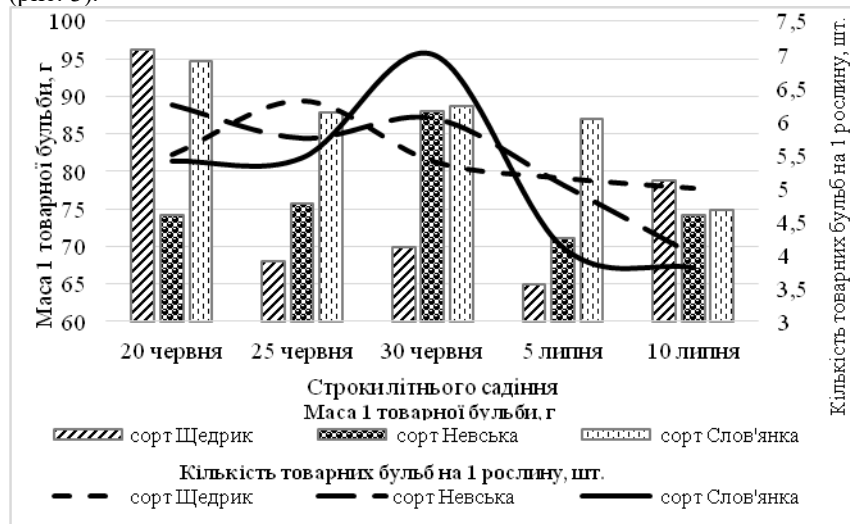
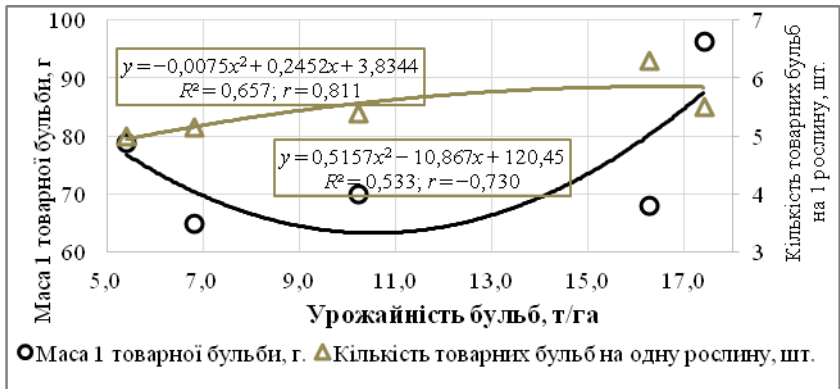


Рис. 3. Структура врожайності (Е) сортів різних груп стиглості залежно від строку літнього садіння

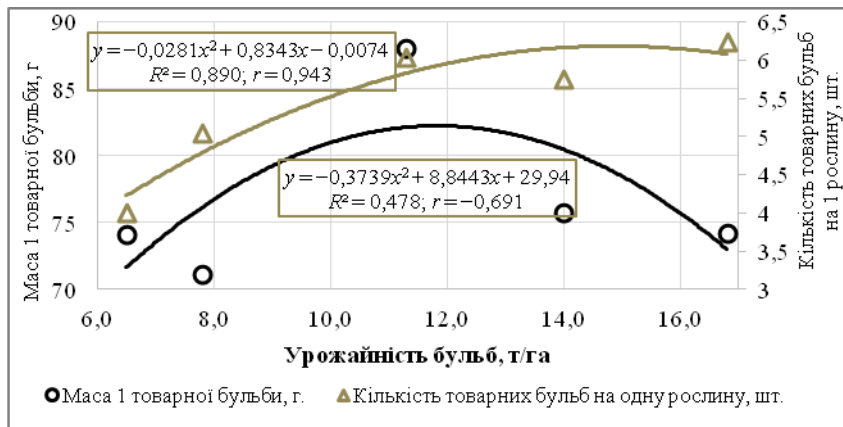
У ранньостиглого сорту Щедрик було зафіксовано різке зменшення маси товарної бульби вже при садінні 25 червня – на 29,3%. Надалі це явище негативно вплинуло на врожайність, про що свідчать розраховані коефіцієнти кореляції ( $r = -0,730$ ) та детермінації ( $R^2 = 0,533$ ). На відміну від маси товарної бульби, в раннього сорту Щедрик різкого коливання кількості сформованих бульб однією рослиною не спостерігалось. У рослин, висаджених 30 червня, сформувалась найбільша кількість бульб – 6,3 шт./рослину, найменша – 5 шт. – у трьох варіантів, висаджених пізніше. Залежність урожайності раннього сорту Щедрик від цього показника вважається високою ( $r = 0,811$ ;  $R^2 = 0,657$ ) (рис. 4).



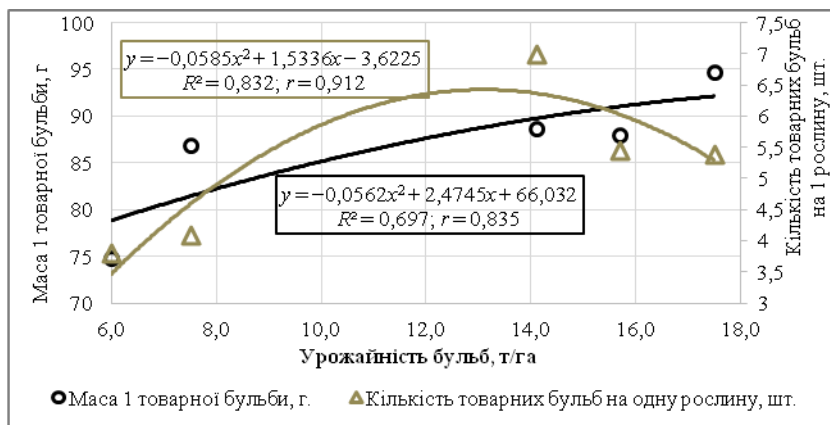
**Рис. 4.** Поліноміальна модель залежності урожайності бульб сорту Щедрик від маси товарної бульби та кількості бульб на одну рослину

У середньораннього сорту Невська найбільша маса товарної бульби сформувалась при садінні 30 червня – 88,1 г, найменша – 5 липня – 71,1 г, різниця становила 19,3%. Коефіцієнт кореляції є обернено пропорційним, а отже, зі зменшенням маси товарної бульби урожайність цього сорту також зменшується ( $r = -0,691$ ;  $R^2 = 0,478$ ). Свіжозібрані бульби, висаджені 20 червня, сформували найбільшу кількість бульб однією рослиною – 6,25 шт., подальше відтермінування строків садіння сприяло зменшенню цього показника, проте зниження було несуттєвим до 30 червня. Рослини, висаджені 5 липня, сформували по 5 бульб, а 10 липня – по 4 шт./рослину, що, відповідно, на 20 і 36% менше порівняно з першим строком садіння

(20 червня). На сильну залежність урожайності від кількості бульб, сформованих однією рослиною, вказують результати кореляційно-регресійного аналізу ( $r = 0,943$ ;  $R^2 = 0,890$ ) (рис. 5).



**Рис. 5.** Поліноміальна модель залежності врожайності бульб сорту Невська від маси товарної бульби та кількості бульб на одну рослину



**Рис. 6.** Поліноміальна модель залежності врожайності бульб сорту Слов'янка від маси товарної бульби та кількості бульб на одну рослину

У середньостиглого сорту Слов'янка різкого зниження цього показника залежно від строку садіння не спостерігалось аж до найпізнішого строку садіння – 10 липня, проте з 25 червня маса товарної бульби зменшилась на 6,8 г, а різниця між його максимальним і мінімальним значенням склала 19,9 г, або 21%. Порівняно з іншими сортами в сорту Слов'янка відзначено найсильніший позитивний вплив маси середньої товарної бульби на врожайність ( $r = 0,835$ ;  $R^2 = 0,697$ ). Мінімальне значення кількості бульб, сформованих однією рослиною, було зафіксовано за найпізнішого строку садіння – 10 липня (3,8 шт./рослину) і максимальне (7 шт./рослину) – при садінні 30 липня. Результати кореляційно-регресійного аналізу ( $r = 0,912$ ;  $R^2 = 0,832$ ) вказують на сильний зв'язок між кількістю бульб та врожайністю (рис. 6).

Строки садіння свіжозібраних бульб (SE) значно вплинули на врожай картоплі (E) в умовах, що склались у роки досліджень. Найбільш ефективним було садіння картоплі 20 червня – це забезпечило отримання, в середньому по фактору, 17,25 т/га. Перше п'ятиденне відтермінування літнього садіння спричинило зменшення врожайності на 11,2%, наступне – на 31,2%. Садіння 5 і 10 липня забезпечило врожай на 57,3 та 65,4% менший порівняно з найбільш раннім строком літнього садіння – 20 червня (рис. 7).

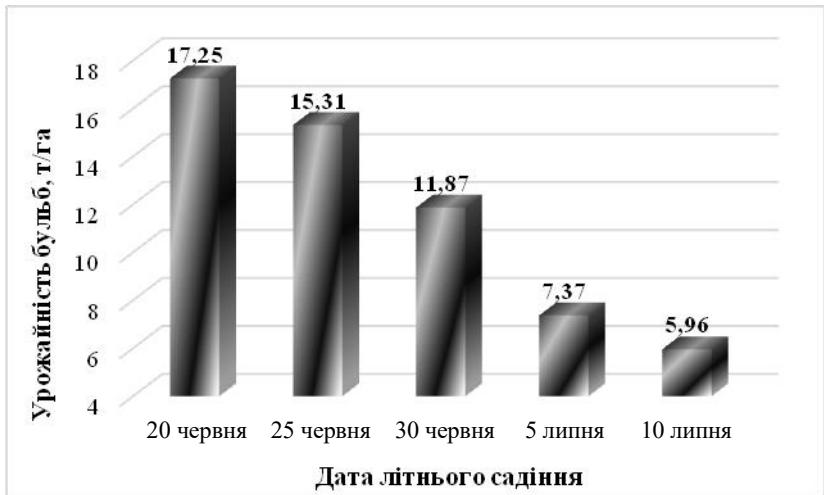


Рис. 7. Урожайність бульб (E) за різних строків літнього садіння, т/га, середня за 2014–2015 рр.

Садіння через 5 днів найменше вплинуло на сорт Щедрик – зниження врожаю на 1,15 т/га, або 6,6%, було в межах похибки ( $HP_{05} = 1,31$ ), а перенесення садіння картоплі ще на 5 дів суттєво знизило врожай сорту Щедрик – на 6,12 т/га, або на 41,6%. Садіння 5 та 10 липня зменшило врожай на 10,61 та 12,01 т/га, або 61 і 69% відповідно (рис. 8).

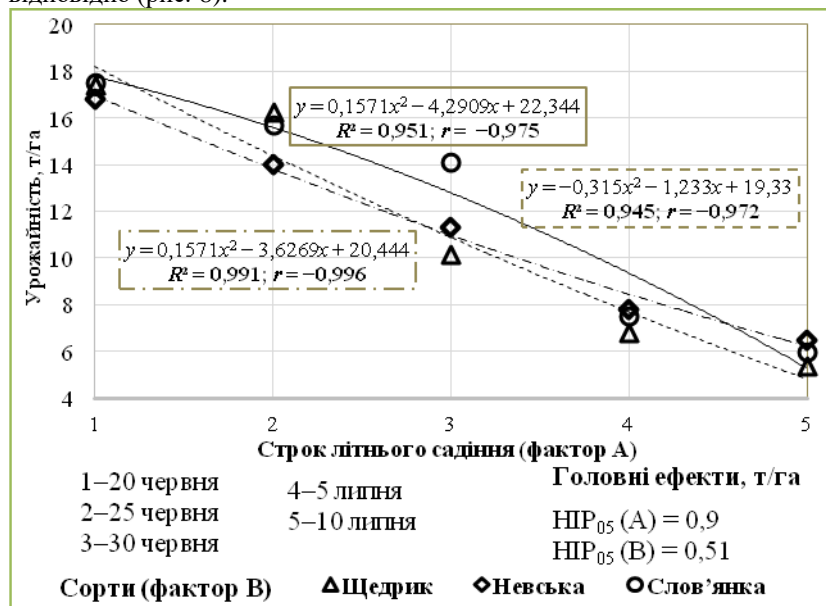


Рис. 8. Поліноміальна модель впливу строку літнього садіння (SE) на формування врожайності бульб (E) сортів різних груп стиглості

Сорт Невська виявився найбільш чутливим до відтермінування строку літнього садіння. П'ятиденна різниця зменшила врожай на 2,84 т/га, або 16,9%. Чим пізніше відбувалось садіння – 30 червня, 5 та 10 липня, – тим меншим був урожай бульб порівняно з початковою датою на 5,2 т/га (32,7%), 9,05 т/га (53,6%) та 10,33 т/га (61,4%) відповідно. Середньостиглий сорт Слов'янка також мав негативну реакцію на відтермінування строку садіння, зменшення врожаю при садінні 25 червня становило 1,8 т/га, або 10,3%, 30 червня – 3,4 т/га, або 19,4%. Подальше відтермінування садіння обумовило отримання восени лише 7,5–6,0 т/га бульб, що менше на 10,1–11,51 т/га, або 57,2–

65,7%, порівняно із садінням 20 червня. Результати кореляційно-регресійного аналізу свідчать про сильний негативний вплив строку літнього садіння сортів різних груп стиглості на врожайність бульб.

Економічна ефективність застосування різних строків садіння свіжозібраних бульб залежала не тільки від урожаю восени, а й від собівартості насіннєвих бульб для літнього садіння, тобто від величини першого врожаю. Розрахунки засвідчили, що найбільша собівартість насіннєвого матеріалу для літнього садіння формувалась при збиранні 20 червня: 4542 грн/т у сорту Слов'янка, до 4218 грн/т у сорту Невська (табл. 4).

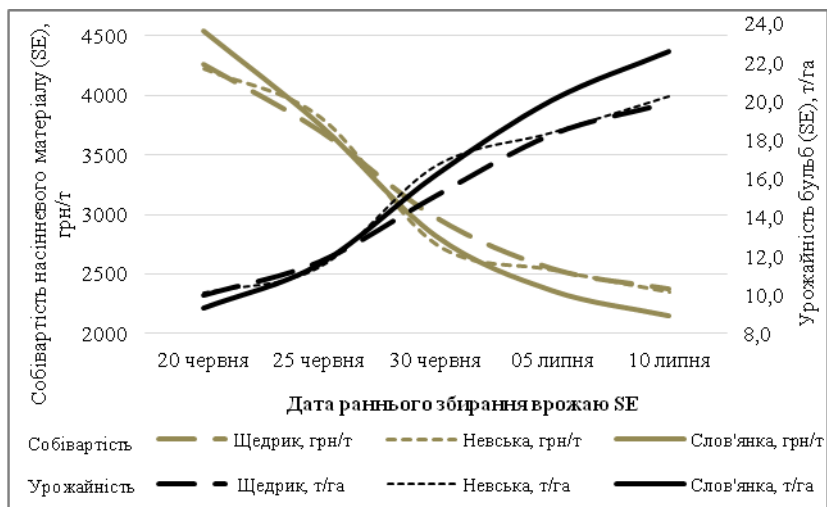
При садінні в цей строк спостерігались максимальні виробничі витрати, які формувались не тільки більшими витратами на проведення поливів та вартістю насіннєвого матеріалу (SE), а й більшими витратами на збирання врожаю бульб: у сорту Щедрик 34,433 тис. грн/га, при вирощуванні Слов'янки цей показник склав 34,548 тис. грн/га. Але завдяки високому рівню врожаю бульб восени в цих варіантах дослідів формувалась найнижча собівартість – 1973 грн/т та найвища рентабельність виробництва – 305%. Дещо меншу, проте високу рентабельність (227–280%) виробництва насіннєвого матеріалу (E) виявлено при садінні картоплі 25 червня. Запізнення із садінням до 5 та 10 липня за рахунок зниження врожайності до 5,4–7,8 т/га та високих затрат на виробництво насіннєвого матеріалу (E) підвищує собівартість до 6283–4320 грн/т і знижує рентабельність до 85–27%.

#### 4. Економічна ефективність вирощування насіннєвого матеріалу супереліти (SE) та еліти (E) картоплі за різних строків раннього збирання та літнього садіння свіжозібраних бульб сортів різних груп стиглості, середня за 2014–2015 рр.

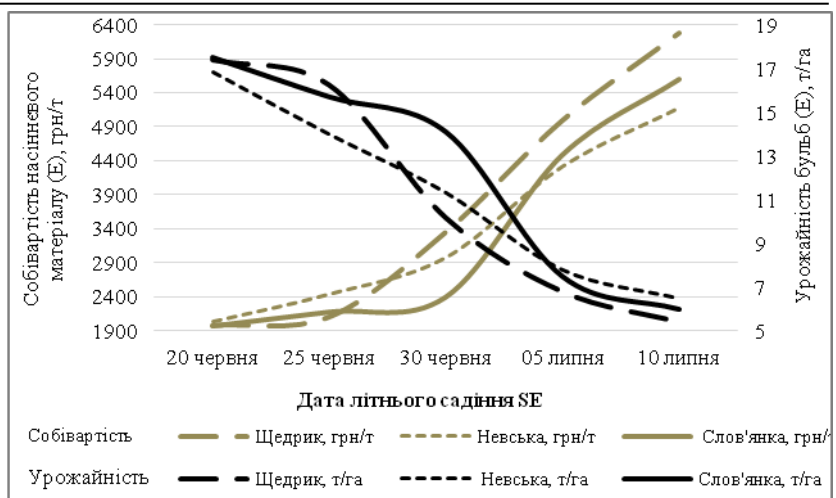
Строк садіння, фактор А	Сорт, фактор В	Урожайність бульб, т/га		Собівартість насіннєвого матеріалу (SE), грн/т	Витрати на виробництво, тис. грн/га	Собівартість насіннєвого матеріалу (E), грн/т	Умовний чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність виробництва, %
		раннього збирання	літнього садіння					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
20.06	Щедрик	10,0	17,4	4256	34,433	1979	104,77	304
	Невська	10,1	16,8	4218	34,418	2045	100,22	291
	Слов'янка	9,3	17,5	4542	34,548	1973	105,53	305

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25.06	Щедрик	11,8	16,3	3699	34,209	2105	95,79	280
	Невська	11,4	14,0	3812	34,254	2448	77,67	227
	Слов'янка	11,6	15,7	3755	34,231	2179	91,45	267
30.06	Щедрик	15,2	10,2	2973	34,107	3354	47,25	139
	Невська	16,7	11,3	2746	33,825	2985	56,81	168
	Слов'янка	16,2	14,1	2817	33,854	2399	79,03	233
05.07	Щедрик	18,3	6,8	2546	33,935	4998	20,39	60
	Невська	18,4	7,8	2534	33,740	4320	28,74	85
	Слов'янка	20,1	7,5	2358	33,669	4489	26,33	78
10.07	Щедрик	19,9	5,4	2377	33,867	6283	9,25	27
	Невська	20,2	6,5	2349	33,666	5179	18,33	54
	Слов'янка	22,6	6,0	2147	33,584	5597	14,42	43

При збиранні 20 червня в сорту Слов'янка зафіксовано найменшу врожайність – 9,3 т/га, а 10 липня – найбільшу – 22,6 т/га. Собівартість продукції раннього збирання має обернену залежність від урожайності та зменшується від першого строку збирання сорту з 4542 до 2147 грн/т при збиранні врожаю 10 липня (рис. 9).



**Рис. 9.** Урожайність та собівартість насіннєвого матеріалу супереліти (SE) картоплі раннього строку збирання, середнє за 2014–2015 рр.



**Рис. 10.** Урожайність та собівартість насіннєвого матеріалу еліти (Е) картоплі літнього садіння, середнє за 2014–2015 рр.

При садінні свіжозібраних бульб (SE) 20 червня в сорту Слов'янка зафіксовано найвищу врожайність – 17,5 т/га, а 10 липня – найменшу – 5,4 т/га. Собівартість насіннєвого матеріалу (Е) літнього садіння має обернену залежність від урожайності та збільшується від першого строку садіння сорту (20 червня) із 1973 до 6283 грн/т при садінні свіжозібраних бульб 10 липня (рис. 10).

**Висновок.** За підсумками двох років досліджень найбільш прийнятним строком літнього садіння свіжозібраних бульб на півдні України є період 20–25 червня. При цьому формується перший урожай (SE) на рівні 9,3–11,8 т/га при собівартості, відповідно, 4542–3699 грн/т. Садіння свіжозібраних бульб у цей період забезпечує отримання восени 17,5–16,3 т/га бульб (Е) високої якості і при реалізації як насіннєвого матеріалу дає рентабельність виробництва 305–280%.

Надалі необхідно продовжувати розроблення технологічних прийомів вирощування нових сортів, адаптованих до умов півдня України та придатних для вирощування двоврожайною культурою.

#### Список використаної літератури

1. Абдукаримов Д. Т., Элмуратов А. А., Нормуродов Д. С. Сорты и агротехника для двухурожайной культуры.

#### References

1. Abdulkarimov D. T., Elmuradov A. A., Normurodov D. S. Varieties and agricultural techniques for dicotyledonous

- Москва : Картофель и овощи, 2002. № 4. С. 22.
2. Бугаєва І. П., Сніговий В. С. Культура картоплі на півдні України. Херсон, 2002. С. 9–10.
3. Бугаєва І. П., Черниченко О. О., Черниченко І. І. Сорти картоплі різних груп стиглості, придатні для вирощування в умовах півдня двоврожайною культурою. *Таврійський наук. вісник*. Херсон : Айлант, 2007. Вип. 50. С. 59–63.
4. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікіщенко, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
5. Каленська С. М., Кнап Н. В., Федосій І. О. Картопля: біологія та технологія вирощування : монографія. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. 143 с.
6. Кисляченко М. Ф. Ефективність крапельного зрошення картоплі та овочевих культур в Україні. *Продуктивність агропромислового виробництва. Економічні науки*. 2014. № 25. С. 102–107. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pav\\_2014\\_25\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pav_2014_25_18).
7. Кононученко В. В., Молоцький М. Я. Картопля : енциклопед. довідник. Біла Церква : Білоцерк. держ. аграрний ун-т, 2002. Т. 1. С. 43–46.
8. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, М. П. Малярчук та ін. Херсон, 2014. 286 с.
9. Методика польового дослідю (Зрошуване землеробство) : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. Херсон, 2014. 448 с.
10. Методические рекомендации по проведению полевых опытов в условиях орошения УССР. Днепропетровск, 1985. 113 с.
11. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В. С. Куценко, А. А. Осипчук, crops. Moscow : Potatoes and vegetables, 2002. No. 4. P. 22.
2. Bugaeva I. P., Snehovyi V. S. Potato culture in southern Ukraine. Kherson, 2002. P. 9–10.
3. Bugaeva I. P., Chernichenko O. O., Chernichenko I. I. Potato varieties of different maturity groups, suitable for growing in the south by two-crop. *Taurian Scientific Bulletin*. Kherson : Aylant, 2007. Issue 50. P. 59–63.
4. Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production: a textbook / V. O. Ushkarenko, V. L. Nikishenko, S. P. Goloborodko, S. V. Kokovikhin. Kherson : Aylant, 2008. 272 p.
5. Kalenskaya S. M., Knap N. V., Fedosiy I. O. Potatoes: biology and technology of cultivation : a monograph. Vinnytsia : Nilan Ltd., 2017. 143 p.
6. Kislyachenko M. F. The effectiveness of drip irrigation of potatoes and vegetables in Ukraine. *Productivity of agro-industrial production. Economic sciences*. 2014. No. 25. P. 102–107. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pav\\_2014\\_25\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pav_2014_25_18).
7. Kononuchenko V. V., Molotsky M. Ya. Potatoes: an encyclopedic reference book. Bila Tserkva : Bila Tserkva State Agrarian University, 2002. T. 1. S. 43–46.
8. Methods of field and laboratory research on irrigated lands / R. A. Vozhegova, Yu. O. Lavrinenko, M. P. Malyarchuk etc. Kherson, 2014. 286 p.
9. Methods of field experiment (Irrigated agriculture) : textbook / V. O. Ushkarenko, R. A. Vozhegova, S. P. Goloborodko, S. V. Kokovikhin. Kherson, 2014. 448 p.
10. Methodical recommendations for conducting field experiments in the conditions of irrigation of the USSR. Dnepropetrovsk, 1985. 113 p.
11. Guidelines for conducting research with potatoes / V. S. Kutsenko, A. A. Osipchuk, A. A. Podgayetsky and others. Nemishajev : Inst. of Potato, 2002. 183 p.

А. А. Подгасцький та ін. Немішаєве : Ін-т картоплярства, 2002. 183 с.

12. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах / Державна служба статистики України. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/sg/pvzu/arch\\_pvXu.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/sg/pvzu/arch_pvXu.htm).

13. Про затвердження Методичних вимог у сфері насінництва щодо збереження сортових та посівних якостей насінневої картоплі : наказ Міністерства аграрної політики та продовольства від 12.07.2019 р. № 384. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0829-19#Text>.

14. Ромащенко М. І., Шатковський А. П. Тенденції розвитку системи краплинного зрошення. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 21 (292).

15. Саблук П. Т., Мазоренко Д. І., Мазнев Г. Є. Технологічні карти і витрати на вирощування сільськогосподарських культур. Харків : ХНТУСГ, 2004. 307 с.

16. Семенченко Е. Л., Семи братская Т. В. Ранний картофель в двуурожайной культуре. *Овощи России*. 2015. № 2. С. 44–47.

17. Статистичний аналіз результатів дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. Херсон : Айлант, 2013. 403 с.

18. ФАОСТАТ. Сельскохозяйственные культуры : статист. ежегодник. URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC>.

19. Alva A. K. (2008) Water management and water uptake efficiency by potatoes: A review. *Agronomy and Soil Science*. 54:1.

20. Alva A. K., Moore A. D., Collins H. P. (2012) Impact of Deficit Irrigation on Tuber Yield and Quality of Potato Cultivars. *Journal of Crop Improvement*. Vol. 26. Issue 2. P. 211–227.

21. Ayyub C. M., Muhammad Wasim Haidar, Faisal Zulfiqar, Zainul Abideen & Shawn R. Wright (2019). Potato

12. Ploshhi, valovi zbory ta urozhajnist silskogospodarskyh kultur za ih vydamy ta po regionah / State Statistics Service of Ukraine. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/sg/pvzu/arch\\_pvXu.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/sg/pvzu/arch_pvXu.htm).

13. On approval of the Methodological requirements in the field of seed production to preserve the varietal and sowing qualities of seed potatoes : order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of 12.07.2019 No. 384 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0829-19#Text>.

14. Romashchenko M. I., Shatkovsky A. P. Trends in the development of drip irrigation. *Agribusiness Today*. 2014. No. 21 (292).

15. Sabluk P. T., Mazorenko D. I., Maznev G. E. Technological maps and costs of growing crops. Kharkiv : KhNTUSG, 2004. 307 p.

16. Semenchenko E. L., Semibrat-skaya T. V. Early potatoes in two-crop culture. *Vegetables of Russia*. 2015. No. 2. P. 44–47.

17. Statistical analysis of experimental results in agriculture / V. O. Ushkarenko, R. A. Vozhegova, S. P. Goloborodko, S. V. Kokovikhin. Kherson : Aylant, 2013. 403 p.

18. FAO STAT. World Food and Agriculture : Statistical Yearbook. URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC>.

19. Alva A. K. (2008) Water management and water uptake efficiency by potatoes: A review. *Agronomy and Soil Science*. 54:1.

20. Alva A. K., Moore A. D., Collins H. P. (2012) Impact of Deficit Irrigation on Tuber Yield and Quality of Potato Cultivars. *Journal of Crop Improvement*. Vol. 26. Issue 2. P. 211–227.

21. Ayyub C. M., Muhammad Wasim Haidar, Faisal Zulfiqar, Zainul Abideen & Shawn R. Wright (2019). Potato tuber yield and quality in response to different nitrogen fertilizer application rates under two split doses in an irrigated sandy loam soil. *Journal of Plant Nutrition*. 42:15.

tuber yield and quality in response to different nitrogen fertilizer application rates under two split doses in an irrigated sandy loam soil. *Journal of Plant Nutrition*. 42:15.

22. Eskandari A., Khazaie H. R., Nezami A., Kafi M., Majdabadi A. & Soufizadeh S. (2013) Effects of drip irrigation regimes on potato tuber yield and quality. *Agronomy and Soil Science*. 59:6.

23. Hagman J. (2012) Different pre-sprouting methods for early tuber harvest in potato (*Solanum tuberosum* L.) *Acta Agriculturae Scandinavica*. Section B. Soil & Plant Science. 62:2.

24. Kawakami J., Iwama K. & Jitsuyama Y. (2005) Effects of Planting Date on the Growth and Yield of Two Potato Cultivars Grown from Microtubers and Conventional Seed Tubers. *Plant Production Science*. 8:1, 74–78.

25. Martin R. J., Jamieson P. D., Wilson D. R. & Francis G. S. (1992) Effects of soil moisture deficits on yield and quality of 'Russet Burbank' potatoes. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 20:1.

26. Oliveira J. S., Brown H. E., Gash A. & Moot D. J. (2017) Yield and weight distribution of two potato cultivars grown from seed potatoes of different physiological ages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 45:2, 91–118.

27. Sharkar M., Ahmed J. U., Sheikh Faruk Ahmed, Zubair Al-Meraj S. M., Mohammed Mohi-Ud-Din (2019) Effect of harvesting dates on the yield and tuber quality of processing potatoes. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 44(1).

28. Singh B., Kukreja S. & Goutam U. (2020) Impact of heat stress on potato (*Solanum tuberosum* L.): present scenario and future opportunities. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 95:4.

29. Sreyashi Paul., Muhammad Farooq, Satya Sundar Bhattacharya & Nirmali Gogoi (2017) Management strategies for sustainable yield of potato

22. Eskandari A., Khazaie H. R., Nezami A., Kafi M., Majdabadi A. & Soufizadeh S. (2013) Effects of drip irrigation regimes on potato tuber yield and quality. *Agronomy and Soil Science*. 59:6.

23. Hagman J. (2012) Different pre-sprouting methods for early tuber harvest in potato (*Solanum tuberosum* L.) *Acta Agriculturae Scandinavica*. Section B. Soil & Plant Science. 62:2.

24. Kawakami J., Iwama K. & Jitsuyama Y. (2005) Effects of Planting Date on the Growth and Yield of Two Potato Cultivars Grown from Microtubers and Conventional Seed Tubers. *Plant Production Science*. 8:1, 74–78.

25. Martin R. J., Jamieson P. D., Wilson D. R. & Francis G. S. (1992) Effects of soil moisture deficits on yield and quality of 'Russet Burbank' potatoes. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 20:1.

26. Oliveira J. S., Brown H. E., Gash A. & Moot D. J. (2017) Yield and weight distribution of two potato cultivars grown from seed potatoes of different physiological ages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 45:2, 91–118.

27. Sharkar M., Ahmed J. U., Sheikh Faruk Ahmed, Zubair Al-Meraj S. M., Mohammed Mohi-Ud-Din (2019) Effect of harvesting dates on the yield and tuber quality of processing potatoes. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 44(1).

28. Singh B., Kukreja S. & Goutam U. (2020) Impact of heat stress on potato (*Solanum tuberosum* L.): present scenario and future opportunities. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 95:4.

29. Sreyashi Paul., Muhammad Farooq, Satya Sundar Bhattacharya & Nirmali Gogoi (2017) Management strategies for sustainable yield of potato crop under high temperature. *Agronomy and Soil Science*. Vol. 63:2.

30. Tahsin Söğüt, Ferhat Öztürk (2011) Effects of harvesting time on some yield and quality traits of different maturing

crop under high temperature. *Agronomy and Soil Science*. Vol. 63:2.

30. Tahsin Söğüt, Ferhat Öztürk (2011) Effects of harvesting time on some yield and quality traits of different maturing potato cultivars. *African Journal of biotechnology*. 10(38), p. 7349–7355.

potato cultivars. *African Journal of biotechnology*. 10(38), p. 7349–7355.

Отримано 18.12.2020

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-3

УДК 633.15:631.527.5

**О. П. ВОЛОЩУК**, доктор сільськогосподарських наук

**О. Ф. СТАСІВ**, кандидат економічних наук

**В. В. ГЛИВА**, кандидат сільськогосподарських наук

**М. О. ПАЩАК**, аспірант

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,*

*81115, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com*

## **ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МІКРОДОБРИВАМИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

У статті представлено результати наукових досліджень лабораторії насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за 2018–2020 рр. з удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи на сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах Західного Лісостепу.

Обґрунтовано біологічні вимоги культури кукурудзи до ґрунтово-кліматичних умов вирощування та технологічних чинників. Досліджено, що в умовах кліматичної зони за останні роки сума ефективних температур і кількість опадів є оптимальними для формування високої врожайності зерна. Виявлено тенденцію до зростання посівних площ, урожайності та валових зборів у сівозмінах, що дає змогу збільшити виробництво зерна без істотного зниження врожаю інших зернових культур. Встановлено, що в структурі посівних площ частка кукурудзи зростає і в складі зернового клину Полісся становить 8–10%, Лісостепу – 12–15%, Передкарпаття – 5–12%, Закарпаття – 5–48%.

На основі ґрунтового аналізу отриманих результатів наукових досліджень визначено, що за впровадження в сільськогосподарське виробництво регіону екологічно-пластичних гібридів ранньостиглої і середньоранньої групи (ФАО 150–199 і ФАО 200–299) урожайність зерна є вищою порівняно із середньопізньою.

З'ясовано залежності впливу передпосівної обробки насіння мікродобривом на процеси росту й розвитку рослин і формування зернової продуктивності гібридів.

Запропоновано систему живлення рослин гібридів кукурудзи, яка охоплює як макродобрива, так і мікродобрива в технології вирощування культури для повного розкриття рівня реалізації генетичного потенціалу. Встановлено ефективність застосування мікродобрив: «Оракул насіння» (1,0 л/т), «Валагро ЄДТА мікс 5» (0,2 кг/т) і «Брексіл комбі» (0,5 кг/т) та їх переваги порівняно з необробленим насінням, що сприяє підвищенню

польової схожості насіння на 2,9–3,7%, параметрів росту рослин, формуванню продуктивності качана, маси 1000 насінин – 28–41 г та забезпечує достовірний приріст урожайності (0,21–0,43 т/га) гібридів кукурудзи.

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, біологічні вимоги культури, господарська цінність, площа посіву, система живлення рослин, урожайність.

**Olexandra Voloshchuk, Oleh Stasiv, Valentyna Hlyva, Myroslav Paschak**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

### **Influence of pre-sowing treatment of seeds with microfertilizers on the productivity of corn hybrids in the Western Forest-Steppe of Ukraine**

The article presents the results of scientific research of the seed production laboratory of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS for 2018–2020 on improving the elements of the corn growing technology on gray forest surface-gleyed soils of the Western Forest-Steppe.

The biological requirements of the corn crop to the soil and climatic conditions of cultivation and technological factors have been substantiated. It has been proven that in the climatic zone, in recent years, the sum of effective temperatures and the amount of precipitation is optimal for the formation of high grain yield. A tendency to an increase in sown areas, productivity and gross harvests in crop rotations is revealed, which makes it possible to increase production without a significant decrease in the yield of other grain crops. It was found that in the structure of sown areas, part of corn grows and in the grain wedge of Polissia is 8–10%, Forest-Steppe – 12–15%, Precarpathians – 5–12%, Transcarpathia – 5–48%.

Based on a thorough analysis of the obtained results of scientific research, it was determined that by the introduction of ecologically-plastic hybrids of the early maturing and medium-early groups (FAO 150–199 and FAO 200–299) into the agricultural production of the region, the grain yield is higher than the average for the late maturing.

The dependence of the influence of pre-sowing seed treatment with micronutrient fertilizers on the processes of plant growth, development and formation of grain productivity of hybrids has been clarified.

A nutritional system for corn hybrids has been proposed, which includes both macrofertilizers and microfertilizers in the technology of growing crops to fully reveal the level of realization of the genetic potential. The effectiveness of the use of microfertilizers has been established for: seeds of Oracul (1.0 l/t), Valagro EDTA mix 5 (0.2 kg/t), Brexil Combi (0.5 kg/t) and their advantages over untreated seeds, which contributes to an increase in the field germination of seeds by 2.9–3.7%, the parameters of plant growth, productivity formation of the corn head, the mass of 1000 seeds – 28–41 g and provides a reliable increase in the yield (0.21–0.43 t/ha) of corn hybrids.

**Key words:** corn, hybrid, biological requirements of the crop, economic value, sown area, plant nutrition system, yield.

**Вступ.** Використання сучасних сортових ресурсів та високоякісного насінневого матеріалу є одним з основних факторів підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Інтенсифікація в агропромисловому виробництві залежить від галузі зерновиробництва, роль якої щорічно зростає. Саме сорт, гібрид і насіння як посівний матеріал стають головними передумовами щорічного відтворення процесу зерновиробництва і не можуть бути замінені жодними іншими факторами, особливо за умов ринкової економіки, коли висока вартість енергоресурсів впливає на кінцевий результат господарювання. Лише ефективна сортозаміна може забезпечити прискорене впровадження у виробництво нових сортів і гібридів, збереження їх сортових якостей і врожайних властивостей в процесі подальшого розмноження, а також наростити достатні обсяги виробництва насіння для внутрішніх потреб та зовнішнього ринку.

Господарсько-економічні та організаційно-правові відносини в галузі рослинництва регулюють закони й постанови, що дає змогу всім суб'єктам бути захищеними й працювати в правовому полі. Після реформування агропромислового комплексу України, крім наукових установ, виробництвом насіння займаються суб'єкти, яким надано право використовувати майнові права щодо об'єкта інтелектуальної власності (сорт, гібрид рослин) і які пройшли атестацію з внесенням до Державного реєстру суб'єктів насінництва та розсадництва [4, 16, 25].

Відповідно до ґрунтово-кліматичних факторів, які раніше складалися в Західному Лісостепу, селекційну роботу проводили за більшістю культур, характерних для спеціалізації регіону (кормові, олійні, технічні), у тому числі з огляду на їх значення в зерновиробництві, тому виробники користуються сортами й гібридами, створеними в зонах Центрального Лісостепу й Степу. За останні роки погодні умови регіону змінилися внаслідок глобального потепління. Вищий температурний режим порівняно із середньобагаторічними даними та достатнє вологозабезпечення сприяли поширенню нішевих культур, таких як кукурудза, соняшник, соя [2, 13, 21, 23, 31].

Розвиток зернового сектору в аграрному виробництві вказує на те, що кукурудза стає стратегічно важливою культурою для формування зернового балансу країни та її експортного потенціалу [14, 19]. За повідомленням УкрАгроКонсалт, у 2020 р. площі посіву культури зросли до 5,38 млн га, або на 764 тис. га до попереднього року (на 17%). До переліку областей-лідерів увійшли: Чернігівська – 549,56 тис. га, Полтавська – 704,4, Вінницька – 472,4, Хмельницька –

267,1, Сумська – 439,9, Черкаська – 437,8, Київська – 359,4, Кіровоградська – 411,6, Житомирська – 212,4, Дніпропетровська – 336,1 тис. га [18].

У Львівській області також спостерігається переорієнтація структури виробництва зернових культур. Якщо у 2018 р. площа посіву кукурудзи становила 42,6 тис. га (у т. ч. кормової – 1,8 тис. га), урожайність 8,92 т/га, валовий збір – 358,21 тис. т, то у 2019 р. ці показники зросли, наприклад, площа посіву – до 57,8 тис. га (у т. ч. кормової – 2,1 тис. га), однак урожайність через несприятливі погодні умови знизилась до 8,09 т/га, при цьому валовий збір становив 458,9 тис. т [27].

За поширеністю, універсальністю використання й енергетичною поживністю кукурудза належить до найважливіших продовольчих, кормових і технічних культур, відіграє провідну роль не тільки в підвищенні ефективності зернового господарства, а й у зростанні продуктивності тваринництва та поліпшенні його економічного стану. Крім того, в її виробництві зацікавлені харчова, переробна, медична, мікробіологічна, пивоварна та інші види промисловості, а також паливно-енергетичний сектор держави, оскільки вона є високоенергетичною сировиною для промислового виробництва біостанолу та інших паливних матеріалів. Сухе зерно кукурудзи містить 9–12% білка, 4–6% жиру і 65–70% безазотистих екстрактивних речовин. Воно є цінним концентрованим кормом для всіх сільськогосподарських тварин і птиці. Один кілограм відповідає 1,34 кормової одиниці і містить 70 г перетравного протеїну. 100 кг зеленої маси, зібраної у фазу молочно-воскової стиглості, відповідають 32 кормовим одиницям, а 100 кг сухих стебел, зібраних на зерно, – 37 кормовим одиницям і містять 1,5 кг перетравного протеїну [12, 15, 17, 26, 32].

Агрокліматичні умови Західного Лісостепу відповідають біологічним вимогам кукурудзи: тривалість вегетаційного періоду в середньому становить 161 добу, сума ФАР – 1491 МДж/м<sup>2</sup>, сума температур – 2660°C, ГТК – 1,2–1,6, річна сума опадів – 547–632 мм, однак температурний режим вносить свої корективи в ріст і розвиток рослин. При її вирощуванні на зерно потреба в теплових ресурсах обмежується датою стійкого переходу середньодобових температур повітря через 10°C. За температури нижче 6,6°C у рослин припиняється формування нового листя, а за різких коливань денних і нічних температур гальмуються ростові процеси й подовжується вегетаційний період. Весняні приморозки до мінус 2–3°C можуть

повністю пошкодити сходи. Протягом вегетації до часу появи генеративних органів підвищення показників до позначки 25°C не шкодить росту й розвитку рослин, однак після цвітіння і при появі на качанах стовпчиків приймочок вплив такої температури є негативним [1].

Правильний добір нових гібридів кукурудзи для відповідних ґрунтово-кліматичних умов вирощування є дуже важливим фактором в отриманні високих урожаїв і дає змогу за рахунок їх генетичного потенціалу збільшити валові збори. Лише за комплексного підходу, починаючи із забезпечення якісним високопродуктивним матеріалом і закінчуючи раціональним розміщенням кукурудзи в сівозмінах, при застосуванні інтенсивних екологічно безпечних технологій можна досягнути бажаного результату.

У кожному господарстві необхідно мати спектр гібридів з різним типом реакції на мінливість умов середовища, в тому числі інтенсивного типу – для отримання максимальних урожаїв на високому агрофоні; середньопластичних із широким адаптивним потенціалом – для отримання відносно стабільних урожаїв на полях із нестабільним агрофоном і високостабільних – для гарантованого врожаю в умовах змінних метеорологічних чинників на бідних за поживним складом ґрунтах. Здатність до економного та ефективного використання чинників середовища – властивість високоадаптивних генотипів. Вибір гібридів – справа відповідальна й нелегка, адже в умовах одного господарства поля відрізняються за родючістю ґрунтів, попередниками, вологозабезпеченістю, тому вони мають відрізнитися за скоростиглістю, типом зерна, густотою стояння, чутливістю до добрив, стійкістю до ураження збудниками хвороб тощо. Навіть у зонах, де можна використовувати генотипи з високим ФАО, рекомендується обирати для сівби гібриди з різними строками дозрівання, що зменшує ризики недобору валового врожаю, спричиненого дією несприятливих погодних чинників, дає змогу оптимізувати строки сівби та збирання культури [7, 8].

Добір гібридів кукурудзи різних груп стиглості є одним із визначальних критеріїв одержання високих урожаїв. Сума біологічно активних температур, необхідних для забезпечення дозрівання насіння скоростиглих біотипів, становить 2100–2200°C, середньостиглих і пізньостиглих – 2400–2700°C.

Середньостиглі й пізньостиглі гібриди кукурудзи відрізняються між собою сумою температур, необхідних для настання фази викидання волоті, але потребують практично однакової для

проходження наступних фаз до настання біологічної стиглості зерна [3, 28].

Дотримання науково обґрунтованого співвідношення гібридів є важливим резервом підвищення рівня врожайності та надійного дозрівання зерна кукурудзи, що дає змогу скоротити енерговитрати при збиральній і післязбиральній доробці урожаю. Найвищі врожаї зерна в зоні Лісостепу забезпечують ранньостигла й середньорання групи [20, 22, 24].

Розширення площ кукурудзи в сівозмінах дає змогу збільшити виробництво зерна без істотного зниження врожаю інших зернових культур, що спостерігається при зростанні її частки в структурі посівних площ. У складі зернового клину Полісся частка кукурудзи становить 8–10%, Лісостепу – 12–15%, Передкарпаття – 5–12%, Закарпаття – 5–48% [11].

Впровадження кукурудзи в сівозміни сприяє оздоровленню ґрунтового середовища, оскільки вона не уражується кореневими гнилями, але до родючості ґрунту дуже вимоглива [30].

Оптимальна реакція ґрунтового розчину для неї перебуває в межах рН 6...7, вона погано росте на кислих ґрунтах. На формування 1 т зерна з відповідною кількістю листостеблової маси різні за скоростиглістю гібриди кукурудзи споживають із ґрунту та добрив у середньому 20–25 кг азоту, 10–14 – фосфору, 25–35 – калію, 6–10 – магнію і кальцію, 3–4 кг – сірки; 11 г – бору, 14 – міді, 110 – марганцю, 0,9 – молібдену, 85 – цинку та 200 г – заліза [10].

Зональними науково-дослідними установами на основі польових досліджень розроблено рекомендовані норми внесення мінеральних добрив. На потужному та опідзоленому чорноземі Лісостепу рекомендується норма  $N_{60-90}P_{60-90}K_{60}$ , а на сірих та темно-сірих лісових ґрунтах –  $N_{80-120}P_{60-90}K_{60-90}$ .

Під оранку вносять до 80% фосфору та калію і не більше 20% азотних добрив, решту – навесні в передпосівну культивуацію, використовуючи в однакових кількостях аміачну селітру й карбамід. Азот і калій рослини споживають переважно до фази викидання волоті, а фосфор активніше засвоюється в періоди проростання насіння, початкового розвитку та під час наливання й дозрівання зерна [5, 29].

За даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського НААН», із 32 млн га орних земель в Україні 18 млн га (56%) мають низький вміст рухомого цинку (приблизно

0,20 мг/кг), 2,5 млн га (8%) – рухомої міді (1,5–1,9 мг/кг) та 8 млн га (25%) – рухомого бору (0,3–0,5 мг/кг).

У розвитку рослин кукурудзи можна виокремити два важливих етапи (критичні фази) щодо забезпеченості їх макро- та мікроелементами: трьох-п'яти та семи-восьми листків. Упродовж них в рослини формуються генеративні органи, що визначають її майбутню врожайність. Від наявності елементів удобрення кукурудзи, особливо фосфору, залежить кількість качанів на рослині та зерен на них. У цей період кукурудза росте слабо, її коренева система слаборозвинута й не може поглинати поживні речовини з важкодоступних сполук, тому для стимулювання росту коренів важливо забезпечити рослини кукурудзи, окрім сполук фосфору, ще й марганцем (Mn), цинком (Zn) та бором (B) [6, 9].

Мета нашої роботи полягала у визначенні ефективності мікродобрив у передпосівній обробці насіння для продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

**Матеріали і методи.** Об'єктом досліджень слугували гібриди кукурудзи: Почаївський 190 МВ, ДН Меотида, ДН Хортиця, ДН Оржиця 237 МВ (оригінатор – Державна установа «Інститут зернових культур НААН», м. Дніпро), мікродобрива.

Досліди було закладено в сівозміні лабораторії насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН упродовж 2018–2020 рр. Загальна площа посівної ділянки – 60 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>. Повторність триразова, розміщення варіантів систематичне.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглеєний на лесоподібних суглинках, який має гумусово-елювіальний горизонт потужністю 20–30 см. За механічним складом він крупнопилувато-легкосуглинковий, майже безструктурний, після дощів запливає, утворює кірку, після обробітку дуже ущільнюється. Характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,9%, рН сольової витяжки (потенціометричний метод) – 4,8, гідролітична кислотність (за Каппеном – Гільковицем) – 2,91 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого фосфору й обмінного калію (за Кірсановим) – 98 і 87 мг на 1 кг ґрунту, легкогідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 89 мг на 1 кг ґрунту. За градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом, середнє – фосфором і низьке – калієм. Реакція ґрунтового розчину (рН сольове – 5,4) – слабокисла.

Агротехніка вирощування кукурудзи була такою: попередник – ріпак озимий, строк сівби – оптимальний (перша декада травня), норма

висіву насіння – 70 і 80 тис. схож. нас./га. Фунгіцидний протруйник – «Авіценна» (0,5 л/т, д. р. – тебуконазол, 50 г/л + прохлораз, 250 г/л + крезоксим-метил, 50 г/л). Гербіцид – «Аденго» (0,5 л/га, д. р. – ізоксафлютол, 225 г/л + тіенкарбазон-метил, 90 г/л + ципросульфамід, 150 г/л). Інсектицид: «Залп» (1,2 л/га, д. р. – хлорпірифос, 500 г/л + циперметрин, 50 г/л).

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками.

**Результати та обговорення.** Погодні умови вегетаційних періодів мали значні відхилення від середньобагаторічних показників. Швидший перехід температури через 10°C відбувався в усі роки досліджень, що обумовлювало сівбу кукурудзи в першій декаді травня. Велика кількість зливових опадів у період сівби 2019 р. – 264% до норми – вплинула на ущільнення ґрунту, тому тривалість появи сходів затягнулася до 18 діб. У другій і третій декадах травня 2020 р. продуктивна вологість ґрунту в шарі 0–20 см була достатньою: 37,7–40,3 мм, однак перепад низьких денних (до 5°C) і нічних температур повітря обумовив появу сходів через 20–22 доби, а фази розвитку рослин були зміщені до пізніших термінів: 3–5 листків відмічено 1–2 червня, а 6–8 листків – 22 червня. Ще однією особливістю було те, що в період між цвітінням і появою ниточок качана температура повітря становила 30°C, а вологість повітря була недостатньою, що збільшило часовий проміжок між цвітінням волотей і качанів до 7 діб, це, ймовірно, спричиняло зневоднення й втрату життєздатності пилку, всихання ниток качанів і, як наслідок, обумовило незначну череззерницю.

Одним із важливих методів впливу на продуктивність рослин є передпосівна обробка насіння різними препаратами, які збалансовують і швидко забезпечують рослини елементами живлення в ті періоди росту й розвитку, коли вони найбільше потребують цього.

Досліджуючи наслідки передпосівної обробки насіння різними мікродобривами, ми виявили позитивний вплив на зростання польової схожості насіння гібридів кукурудзи. Так, за високої посівної якості висіяного насіння гібридів у складних погодних умовах досліджуваних періодів сівба – сходи середній показник польової схожості на контролі (без обробки насіння) становив 92,9% (табл. 1). У варіантах застосування мікродобрив вода швидше надходила через оболонку насіння, збільшуючи його набухання. Одночасно мікроелементи локалізувалися в зародку і первинних корінцях, чим стимулювали процес проростання, що підвищувало польову схожість насіння.

Ефективність застосування мікродобрив була підтверджена зростанням цього показника до контролю на 2,9–3,7%.

Між варіантами «Оракул насіння» (1,0 л/т) і «Брексіл комбі» (0,5 кг/т) достовірної різниці не спостерігали, вона була в межах помилки 0,3% і достовірною 0,8% між «Брексіл комбі» (0,5 кг/т) і «Валагро ЄДТА мікс 5» (0,2 кг/т).

За математичною обробкою даних, сила впливу мікродобрив (фактор А) становила 66%, посівних якостей висіяного насіння гібриду (фактор В) – 11, їх взаємодії – 1, інших факторів – 22%.

### 1. Польова схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки мікродобривами (2018–2020), %

Передпосівна обробка насіння мікродобривами (фактор А)	Гібрид (фактор В)				Середнє	
	ФАО 150–199		ФАО 200–299			
	Почаївський 190 МВ	ДН Меотіда	ДН Хортиця	ДН Оржиця 237 МВ	%	± до контролю
Контроль (без обробки насіння)	92,3	93,0	92,7	93,4	92,9	–
«Оракул насіння» (1,0 л/т)	95,1	96,2	95,6	96,7	95,9	3,0
«Брексіл комбі» (0,5 кг/т)	95,6	96,8	96,5	97,3	96,6	3,7
«Валагро ЄДТА мікс 5» (0,2 кг/т)	94,8	95,9	96,0	96,5	95,8	2,9

Фактор:	Сила впливу	НІР <sub>0,05</sub>
А (мікродобриво)	66	0,57
В (гібрид)	11	0,57
Взаємодія факторів АВ	1	1,14
Інші	22	

Лінійний ріст рослин кукурудзи в період вегетації залежав від зовнішніх умов середовища, зокрема температурного режиму ґрунту, умов живлення, водно-фізичних властивостей та особливостей гібриду.

Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на висоту рослин простежували з початкових фаз розвитку. У фазу повної стиглості висота рослин кукурудзи зростала порівняно з контролем (без обробки насіння мікродобривами) в усіх досліджуваних варіантах (табл. 2).

## 2. Висота рослин гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2018–2020), см

Передпосівна обробка насіння мікродобривами (фактор А)	Гібрид (фактор В)							
	ФАО 150–199				ФАО 200–299			
	Почаївський 190 МВ		ДН Меотида		ДН Хортиця		ДН Оржиця 237 МВ	
	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю	см	± до контролю
Контроль (без обробки насіння)	241,8	–	243,6	–	242,6	–	243,0	–
«Оракул насіння» (1,0 л/т)	243,6	1,8	245,5	1,9	243,9	1,3	245,1	2,1
«Брексіл комбі» (0,5 кг/т)	244,5	2,7	246,4	3,1	244,8	2,2	245,9	2,9
«Валагро ЄДТА мікс 5» (0,2 кг/т)	244,0	2,2	246,0	2,4	244,0	1,4	245,6	2,6

Сила впливу  
НІР<sub>0,05</sub>

Фактор:		
А (мікродобриво)	15	3,76
В (гібрид)	12	3,76
Взаємодія факторів		
АВ	7	7,53
Інші	66	

Залежно від біологічних особливостей гібриду прирости до контролю були різними і складали в середньому 1,8–3,1 см, однак загальна закономірність залишалася незмінною – ефективність мікродобрив була достовірно різною.

Залежно від погодних умов вегетаційних періодів і варіантів застосування мікродобрив показники продуктивності качана були різними (табл. 3). Середня довжина качана варіювала від 17,4 см на контролі (без передпосівної обробки насіння мікродобривами) до

21,5 см за внесення «Брексіл комбі» (0,5 кг/т). У цьому ж варіанті кількість рядків у качані була на 1,6 більшою, а кількість зерен у рядку – на 104 шт. За сприятливих погодних умов цвітіння-формування насіння у 2018 і 2019 рр. кількість зерен в одному качані була більшою на 21–27% порівняно з 2020 р.

Кількісну дію факторів впливу підтверджує отриманий показник урожайності зерна кукурудзи. Внесення в передпосівній обробці насіння мікродобрив сприяло достовірному приросту врожайності (табл. 4).

На контролі (без застосування мікродобрив) середня урожайність зерна гібридів становила 7,98 т/га. Мікродобрива сприяли достовірному зростанню продуктивності гібридів на 0,21–0,43 т/га. Найбільш ефективним було застосування «Брексіл комбі» в нормі 0,5 кг/т, за якого середня врожайність зерна гібридів становила 8,41 т/га, однак за  $НІР_{0,05} = 0,11$  т/га суттєвої різниці з мікродобривом «Оракул насіння» в нормі 1,0 л/т не спостерігали, суттєвою на 0,22 т/га була різниця з «Валагро ЄДТА мікс 5» (0,2 кг/т).

### 3. Структура рослин гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2018–2020)

Передпосівна обробка насіння мікродобривами	Параметри качана					
	довжина		кількість рядів		кількість зерен	
	см	± до конт-ролю	шт.	± до конт-ролю	шт.	± до конт-ролю
Контроль (без обробки насіння)	17,4	–	18,3	–	577	–
«Оракул насіння» (1,0 л/т)	20,6	3,2	19,1	0,8	649	72
«Брексіл комбі» (0,5 кг/т)	21,5	4,1	19,9	1,6	681	104
«Валагро ЄДТА мікс 5» (0,2 кг/т)	20,9	3,3	19,2	0,9	655	78
$НІР_{0,05}$	0,75		0,56		22,34	

**4. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2018–2020), т/га**

Передпосівна обробка насіння мікродобривами (фактор А)	Гібрид (фактор В)										Середнє	± до конт-ролю
	ФАО 150–199					ФАО 200–299						
	Почаївський 190 МВ		ДН Меотіда		ДН Хортія		ДН Оржія		ДН Оржія 237 МВ			
	т/га	± до конт-ролю	т/га	± до конт-ролю	т/га	± до конт-ролю	т/га	± до конт-ролю	т/га	± до конт-ролю		
Контроль (без обробки насіння)	7,62	–	7,81	–	8,15	–	8,35	–	8,35	–	7,98	–
«Оракул насіння» (1,0 л/т)	7,88	0,26	7,91	0,10	8,64	0,49	8,80	0,45	8,80	0,45	8,30	0,32
«Брексіл комбі» (0,5 кг/т)	7,98	0,36	8,02	0,21	8,74	0,59	8,93	0,58	8,93	0,58	8,41	0,43
«Валагро ЄДТА мікс 5» (0,2 кг/т)	7,75	0,13	7,84	0,03	8,49	0,34	8,67	0,32	8,67	0,32	8,19	0,21

Сила впливу НР<sub>0,05</sub>

Фактор:  
 А (мікродобриво)  
 В (гібрид)  
 Взаємодія факторів АВ  
 Інші

38  
 42  
 9  
 11

5. Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2018–2020)

Передпосівна обробка насіння мікродобривами (фактор А)	Гібрид (фактор В)										Середнє	± до конт-ролю
	ФАО 150–199					ФАО 200–299						
	Почайвський 190 МВ		ДН Меотіда		ДН Хортія		ДН Оржія		ДН Оржія 237 МВ			
	т/га	± до конт-ролю	т/га	± до конт-ролю	т/га	± до конт-ролю	т/га	± до конт-ролю	т/га	± до конт-ролю		
Контроль (без обробки насіння)	234	–	242	–	249	–	253	–	261	–	–	–
«Оракул насіння» (1,0 л/т)	281	47	287	43	293	44	298	45	289	28	28	
«Брексіл комбі» (0,5 кг/т)	292	58	298	56	302	53	312	59	302	41	41	
«Валагро ЄДТА мікс 5» (0,2 кг/т)	287	53	290	48	299	50	304	51	295	34	34	

Сила впливу НР<sub>0,05</sub>

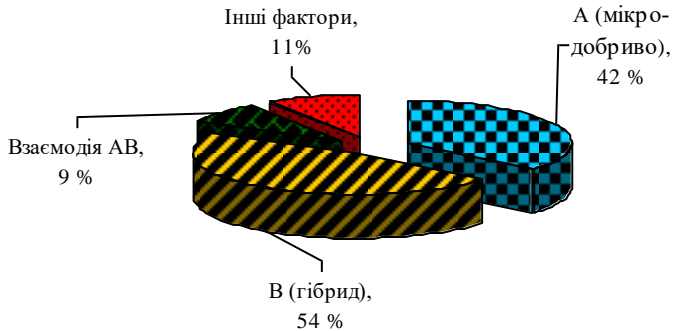
Фактор:  
А (мікродобриво)  
В (гібрид)  
Взаємодія факторів АВ  
Інші

64  
28  
1  
7

3,81  
3,81  
7,62

п

На врожайність зерна кукурудзи вплив мікродобрив становив 42%, біологічних особливостей гібриду – 54, їх взаємодії – 9, інших факторів – 11 (рис. 1).



**Рис. 1.** Ступінь впливу факторів на урожайність зерна гібридів кукурудзи (2018–2020)

Добра забезпеченість рослин кукурудзи елементами живлення під впливом оптимального рівня макродобрив у нормі  $N_{120}P_{90}K_{90}$  і мікродобрив із перших етапів органогенезу задовольняла фізіологічну потребу рослин в елементах живлення. Різниця в урожайності гібридів кукурудзи між досліджуваними варіантами була обумовлена сформованою різною масою 1000 зерен. На контролі цей показник був найнижчим і становив 286 г, під їх впливом він зростав на 28–41 г (табл. 5).

**Висновки.** Впровадження в сільськогосподарське виробництво зони Західного Лісостепу гібридів кукурудзи ранньостиглої і середньоранньої груп стиглості за розробки ефективних елементів вирощування є вагомим фактором збільшення валових зборів зерна.

На сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах із важкодоступними формами елементів живлення ефективною є передпосівна обробка насіння хелатними формами мікродобрив.

Застосування мікродобрив: «Оракул насіння» (1,0 л/т), «Валагро ЄДТА мікс 5» (0,2 кг/т) та «Брексіл комбі» (0,5 кг/т) сприяє підвищенню польової схожості насіння на 2,9–3,7%, маси 1000 насінин – 28–41 г, що забезпечує достовірний приріст урожайності 0,21–0,43 т/га.

### Список використаної літератури

1. Багатченко В. В. Формування структури врожаю гібридів кукурудзи за різних строків сівби. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15. № 2. С. 182–187.
2. Бороденко К. С. Тенденції розвитку світового ринку зерна. *Агроінком*. 2012. № 10. С. 10–15.
3. Влашчук А. Н., Прищепо Н. Н., Колпакова А. С. Влияние приемов агротехники на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости. *Вестник Белорус. гос. с.-х. акад.* 2017. Вып. 4. С. 105–108.
4. Гаврилук М. М. Насінництво й насіннезнавство польових культур. Київ : Аграрна наука, 2007. 216 с.
5. Глушко Т., Вожегова Р., Лавриненко Ю. Вплив мінеральних добрив і зрошення на врожайність і якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *The Ukrainian Farmer*. 2013. № 7 (44). С. 65–68.
6. Гож О. А., Марченко Т. Ю., Глушко Т. В. Застосування мікродобрив – резерв підвищення врожаю зерна кукурудзи. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних умовах* : зб. наук. пр. за матеріалами Міжнар. наук. конф. (м. Херсон, 20–22 черв. 2014 р.). Херсон, 2014. С. 31–32.
7. Дзюбетький Б. В., Рыбка В. С., Черчел В. Ю. Скоростиглі гібриди як фактор енерго- і ресурсозбереження у виробництві зерна кукурудзи. *Таврійський наук. вісник*. 2007. Вип. 53. С. 27–36.
8. Дзюбетький Б. В., Рябченко Е. М. Адаптивна характеристика гібридів кукурудзи, створених на основі подвосно-гаплоїдних ліній плазми Lancaster. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 37–41.
9. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементами препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом / В. С. Циков, М. І. Дудка, О. М. Шевченко, С. С. Носов. *Бюлетень Ін-ту сільського*

### References

1. Bahatchenko V. V. Formation of the structure of the yield of corn hybrids at different sowing dates. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Vol. 15. No. 2. P. 182–187.
2. Borodenko K. S. Tendencies in the development of the grain market. *Ahroinkom*. 2012. No. 10. P. 10–15.
3. Vlashchuk A. N., Pryshchepo N. N., Kolpakova A. S. Influence of agricultural techniques on the yield of corn hybrids of different ripeness groups. *Vestnik belorusskoj sel'skhozajstvennoj akademii*. 2017. Issue 4. P. 105–108.
4. Havryliuk M. M. Seed growing and seed growing of field crops. Kyiv : Ahrarna nauka, 2007. 216 p.
5. Hlushko T., Vozhehova R., Lavrynenko Yu. Influence of mineral fertilizers and irrigation on productivity and grain quality of maize hybrids of different ripeness groups. *The Ukrainian Farmer*. 2013. No. 7 (44). P. 65–68.
6. Hozh O. A., Marchenko T. Yu., Hlushko T. V. Application of microfertilizers – a reserve for increasing the yield of corn grain. *Ontohenez – stan, problemy ta perspektyvy vyvchennia roslyn v kulturnykh ta pryrodnykh tsenozakh* : zb. nauk. prats za materialamy Mizhnar. nauk. konf. (m. Kherson, 20–22 cherv. 2014 r.). Kherson, 2014. P. 31–32.
7. Dziubetskyi B. V., Rybka V. S., Cherchel V. Yu. Early ripening hybrids as a factor of energy and resource conservation in the production of corn grain. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2007. Issue 53. P. 27–36.
8. Dziubetskyi B. V., Riabchenko E. M. Adaptive characteristics of maize hybrids created on the basis of double-haploid lines of Lancaster plasma. *Seleksiia i nasinnytstvo*. 2015. No. 107. P. 37–41.
9. Efficiency of post-root growth of corn with microelement preparations in combination with nitrogen mineral goodness / V. S. Tsykov, M. I. Dudka, O. M. Shevchenko, S. S. Nosov. *Biul. In-tu silskoho hospodarstva stepovoї*

*господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.

10. Єрмакова Л. М., Крестянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської держ. аграр. акад.* 2016. № 4. С. 63–65.

11. Зайцев О. О., Ковальова В. О. Розширення площ вирощування зернової кукурудзи в Україні – нагальна потреба сьогоднішнього дня. *Пропозиція*. 2003. № 11. С. 53.

12. Климчук О. В. Ефективність комплексного використання кукурудзи в біоенергетиці. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН* : зб. наук. пр. Київ, 2013. Вип. 19. С. 150–154.

13. Мазур В. А., Шевченко М. В. Кукурудза – стан та перспективи виробництва в Україні. *Економіка, наука, освіта: інтеграція та синергія* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Братислава, 18–21 січ. 2016 р.). Київ, 2016. Т. 3. С. 104–105.

14. Мазур В. А., Шевченко М. В. Формування площі листової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування*. Київ, 2018. Т. 10. № 1, 2. С. 108–114.

15. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 101–108.

16. Надь Янош. Кукурудза. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.

17. Паламарчук В. Д. Альтернативні аспекти використання зерна кукурудзи для отримання біоетанолу. *Зб. наук. пр. ВНАУ*. Сер.: Сільськогосподарські науки. 2010. Вип. 42. Т. 4. С. 123–129.

18. Паламарчук В. Д. Створення та вирощування гібридів кукурудзи для інтенсивних технологій. *Зб. наук. пр. Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2012. Ч. 1. Агрономія. Вип. 80. С. 68–74.

*зона NAAN України*. 2016. No. 11. P. 23–27.

10. Yermakova L. M., Krestianinov Ye. V. Maize yield depending on fertilizer and hybrid on dark gray podzolized soils. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akad.* 2016. No. 4. P. 63–65.

11. Zaitsev O. O., Kovalova V. O. Expansion of the area of growing grain corn in Ukraine is an urgent need today. *Propozytsiia*. 2003. No. 11. P. 53.

12. Klymchuk O. V. Efficiency of the integrated use of corn in bioenergy. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovoykh buriakiv NAAN* : zb. nauk. pr. Kyiv, 2013. Issue 19. P. 150–154.

13. Mazur V. A., Shevchenko M. V. Kukuruz – the state and prospects of production in Ukraine. *Ekonomika, nauka, osvita: intehratsiia ta synerhiia* : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (m. Bratslava, 18–21 sich. 2016 r.). Kyiv, 2016. Vol. 3. P. 104–105.

14. Mazur V. P., Shevchenko M. V. Formation of the leaf surface area of corn hybrids depending on the cultivation technology. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. Kyiv, 2018. Vol. 10. No. 1, 2. P. 108–114.

15. Moldovan Zh. A., Sobchuk S. I. Estimation of indices of individual productivity of corn plants by pre-sowing seed treatment and foliar feeding. *Zernovi kultury*. 2018. Vol. 2. No. 1. P. 101–108.

16. Nad Yanosh. Corn. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 2012. 580 p.

17. Palamarchuk V. D. Alternative aspects of using corn grain for bioethanol production. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. Ser.: Silskohospodarski nauky. 2010. Issue 42. Vol. 4. P. 123–129.

18. Palamarchuk V. D. Creation and cultivation of corn hybrids for intensive technologies. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2012. Part 1. Ahronomiia. Issue 80. P. 68–74.

19. Pasport rehionu. Lvivska oblast. URL: <https://agropolit.com/news/16773-posivni-ploschi-pid-kukurudzoju-u-2020->

19. Паспорт регіону. Львівська область. URL: <https://agropolit.com/news/16773-posivni-ploschi-pid-kukurudzoju-u-2020-rotsi-virostut-na-1712> (дата звернення: 20.08.2020).
20. Підбір гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) – ефективний захід у забезпеченні стабільних урожаїв / Я. Д. Заплітний, М. І. Пінська, В. О. Гордійчук, Т. Я. Карп. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин* : наук.-практ. журнал / М-во аграрної політики України ; Держ. служба з охорони прав на сорти рослин ; Укр. ін-т експертизи сортів рослин. Київ, 2010. № 2 (12). С. 32–39.
21. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України / О. П. Волощук, О. Ф. Стасів, В. В. Глива та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67. С. 51–66.
22. Рыбка В. С., Ляшенко Н. О., Черчель В. Ю. Які гібриди кукурудзи вигідніше вирощувати в умовах зони Степу України. *Агроном*. 2007. № 4. С. 50–54.
23. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 120–132.
24. Сатановська І. П. Тривалість вегетаційного періоду різностиглих гібридів кукурудзи залежно від біологічних препаратів та погодних умов. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2013. Вип. 6. С. 148–152.
25. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин / М. Я. Молоцький, С. П. Васильківський, В. І. Князюк, В. А. Власенко. Київ : Вища освіта, 2006. 463 с.
26. Томашук О. В. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно за різних технологій обробітку ґрунту. *Корми і роти-виростут-na-1712* (data zvernennia: 20.08.2020).
20. Selection of corn hybrids (*Zea mays* L.) is an effective measure in ensuring stable yields / Ya. D. Zaplitnyi, M. I. Pinska, V. O. Hordiichuk, T. Ya. Karp. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn* : nauk.-prakt. zhurnal / M-vo ahrarnoi polityky Ukrainy ; Derzhavna sluzhba z okhorony prav na sorty roslyn ; Ukrainyskiy instytut ekspertyzy sortiv roslyn. Kyiv, 2010. No. 2 (12). P. 32–39.
21. Productivity of corn hybrids depending on different application rates of mineral fertilizers in the Western Forest-Steppe of Ukraine / O. P. Voloshchuk, O. F. Stasiv, V. V. Hlyva et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2020. Issue 67. P. 51–66.
22. Rybka V. S., Liashenko N. O., Cherchel V. Yu. Which corn hybrids are more profitable to grow in the steppe zone of Ukraine. *Ahronom*. 2007. No. 4. P. 50–54.
23. Rudavska N. M., Hlyva V. V. Formation of productivity of corn hybrids in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2018. Issue 64. P. 120–132.
24. Satanovska I. P. The duration of the growing season of corn hybrids depending on biological preparations and weather conditions. *Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia*. 2013. Issue 6. P. 148–152.
25. Selection and seed production of agricultural plants / M. Ya. Molotskiy, S. P. Vasylykivskiy, V. I. Kniazuk, V. A. Vlasenko. Kyiv : Vyshcha osvita, 2006. 463 p.
26. Tomashchuk O. V. Economic efficiency of growing hybrids of grain corn with different tillage technologies. *Kormy i kormovyrobnytstvo* : mizh vid. temat. nauk. zb. In-t kormiv ta sil. hosp-va Podillia NAAN. Vinnytsia : Vydavnytstvo-drukarnia Dilo, 2019. Issue 87. P. 144–150.
27. Tomashchuk O. V. Productivity of corn crops under the influence of various farming systems in the forest-steppe of the

*кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця : Видавництво-друкарня Діло, 2019. Вип. 87. С. 144–150.

27. Томашук О. В. Продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця : Видавництво-друкарня Діло, 2018. Вип. 85. С. 63–70.

28. Формування врожаю нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології в умовах степової зони України на зрошенні / А. М. Влащук, О. П. Конащук, А. Г. Желтова, О. С. Колпакова. *Зрошуване землеробство*. Херсон. 2016. Вип. 65. С. 69–73.

29. Циков В. С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. № 1. С. 75–79.

30. Черенков А. В. Ефективний фітосанітарний комплекс – технологічний ресурс нових перспектив кукурудзи. Кукурудза і сорго. *Посібник українського хлібороба* : наук.-практ. зб. 2014. Т. 1. С. 69–74.

31. Шевчук Р., Кириєнко А. Продуктивність гібридів зернової кукурудзи в умовах Західного Лісостепу. *Аграрний тиждень*. 2014. № 3/4. С. 45–46.

32. Якунін О. П., Котченко М. В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від умов вирощування. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. 2007. № 2. С. 13–16.

right bank. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Ін-т кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця : Видавництво-друкарня Діло, 2018. Issue 85. P. 63–70.

28. Formation of yield of new hybrids of maize of different ripeness groups depending on the elements of technology in the steppe zone of Ukraine on irrigation / A. M. Vlashchuk, O. P. Konashchuk, A. H. Zheltova, O. S. Kolpakova. *Zroshuvane zemlerobstvo*. Kherson, 2016. Issue 65. P. 69–73.

29. Tsykov V. S. Efficiency of the use of macro- and micronutrient fertilizers in the cultivation of corn. *Zernovi kultury*. 2017. Vol. 1. No. 1. P. 75–79.

30. Cherenkov A. V. Effective phytosanitary complex – a technological resource of new prospects for corn. Corn and sorghum. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba* : nauk.-prakt. zb. 2014. Vol. 1. P. 69–74.

31. Shevchuk R., Kyryienko A. Productivity of grain corn hybrids in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Ahrarnyi tyzhden*. 2014. No. 3/4. P. 45–46.

32. Yakunin O. P., Kotchenko M. V. Grain performance of maize hybrids depending on growing conditions. *Visnyk Dnipropetrovskoho DAU*. 2007. No. 2. P. 13–16.

Отримано 02.12.2020

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-4

УДК 631.482:631.445.2:631.51

**О. С. ГАВРИШКО**, кандидат сільськогосподарських наук

**Ю. М. ОЛФІР**, кандидат сільськогосподарських наук

**А. Й. ГАБРИЕЛЬ**, кандидат сільськогосподарських наук

**Т. В. ПАРТИКА**, кандидат біологічних наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,*

*81115, e-mail: havryshko0@gmail.com*

## **ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ АГРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ У ПРОФІЛІ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНОГО ГРУНТУ ЗА ДОВГОТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВПЛИВУ**

У сучасному ґрунтознавстві прогресують процеси деградації ґрунтів, особливо на землях інтенсивного сільськогосподарського використання. Тому проблема покращення властивостей кислих ясно-сірих лісових поверхнево оглених ґрунтів у Західному регіоні та усунення несприятливих антропогенних чинників і негативних наслідків набуває особливо важливого значення.

В Україні ясно-сірі, сірі лісові ґрунти займають від 4,7 до 5,5 млн га (приблизно 9% площі країни), в зоні Західного Лісостепу – понад 2,5 млн га. Більшість цих ґрунтів, як правило, характеризуються незадовільними агрохімічними та агрофізичними показниками, низьким рівнем природної родючості, а незбалансований антропогенний вплив призводить до їх деградації та погіршення ґрунтового покриву.

Систематичне ведення польової сівозміни впродовж останніх 20 років за різних систем удобрення та вапнування позначилося на формуванні й трансформації агрофізичних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево огленого ґрунту.

Попередніми дослідженнями встановлено, що за умов сезонного перезволоження після п'яти семипільних ротацій у всіх варіантах тривалого інтенсивного сільськогосподарського використання ґрунту у профілі збільшується щільність і зменшується загальна шпаруватість і шпаруватість аерації. Під лісом та на перелозі спостерігається різке збільшення щільності та зменшення шпаруватості від верхнього шару 0–30 см до нижніх 30–40 і 40–70 см.

За внесення органічних добрив щільність будови знижувалася до 1,28–1,37 г/см<sup>3</sup>, проте з ознаками переущільнення в межах плужної підшви, особливо на високих фонах мінеральних добрив, де вона досягала 1,44–1,46 г/см<sup>3</sup>.

© Гавришко О. С., Оліфір Ю. М.,  
Габриель А. Й., Партика Т. В., 2021

Аналіз наведених даних свідчить, що плужна підшошва є нестабільним антропогенним утворенням, для регулювання якого потрібні агротехнічні заходи. Характерною ознакою плужної підшошви залишається найнижчий рівень пористості порівняно із сусідніми шарами ґрунту.

Після проведення часткової реконструкції стаціонарного досліду, яка полягала у вивченні ефективності та тривалості високих доз добрив і вапна, на кінець IX ротації сівозміни агрофізичні показники знизились майже удвічі і відбулось покращення агрофізичних властивостей ґрунту не тільки верхніх шарів, а й генетичних горизонтів, які залягають нижче.

**Ключові слова:** ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний ґрунт, горизонт, щільність, шпаруватість, аерація, плужна підшошва, удобрення, сівозміна.

**Oleh Havryshko, Yurii Olifir, Anna Gabryel, Tetiana Partyka**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**Peculiarities of transformation of agrophysical properties in the profile of clear-gray forest surface glazed soil during long-term**

At the present stage of development of land relations, the problem of improving the properties of acidic light gray forest surface gleyed soils in the western region and eliminating adverse anthropogenic factors and negative consequences becomes particularly important.

In Ukraine, light gray, gray forest soils occupy from 4,7 to 5,5 million hectares (about 9% of the country). Drained and mineralized lands in the Western forest-steppe zone occupy more than 2,5 million hectares. The vast majority of these soils, as a rule, are characterized by unsatisfactory agrochemical and agrophysical indicators, low level of natural fertility. And the wrong anthropogenic impact leads to their degradation and deterioration of soil cover.

Systematic field crop rotation for 20 years under different fertilization systems has affected the formation and transformation of agrophysical properties of light gray forest surface gleyed soil.

The research results show that under conditions of seasonal waterlogging during the fifth rotation in all variants of long-term intensive agricultural use of the soil, the density in the profile increases and the overall porosity and porosity of aeration decreases. Under the forest and pasture there is a sharp increase in density and decrease in porosity from the upper layer 0–30 cm to the lower 30–40 and 40–70 cm.

It was found that with the application of organic fertilizers the density of the structure decreased to 1,28–1,37 g/cm<sup>3</sup>, but with signs of compaction within the plow sole, especially on high backgrounds of mineral fertilizers, where it reached 1,44–1,46 g/cm<sup>3</sup>.

Analysis of these data shows that the plow sole is an unstable anthropogenic formation, the regulation of which requires agronomic measures. A characteristic feature of the plow sole is the lowest level of porosity compared to neighboring soil layers.

After a partial reconstruction of the stationary experiment, which consisted in studying the effectiveness and duration after the action of fertilizers on the soil, at the end of the ninth rotation of crop rotation agrophysical indicators decreased almost twice and improved agrophysical properties of soil not only upper layers but also below.

**Key words:** light gray forest surface-gleyed soil, horizon, density, porosity, aeration, plow sole, fertilizer, crop rotation.

**Вступ.** Серед чинників, що впливають на розвиток сільськогосподарських культур, важливе значення належить агрофізичним властивостям ґрунту. Вони відіграють провідну роль у процесах ґрунтоутворення та в регулюванні водного й повітряного режимів, тому безпосередньо впливають на водне, повітряне й мінеральне живлення рослин [2, 3, 6, 11, 12].

Особливо цінною є інформація, отримана в контрольованих умовах довготривалого польового дослідження, яка допомагає визначити шляхи трансформації оптимальних параметрів і властивостей співвідношення, а також норми внесення органічних і мінеральних добрив та вапна за тривалого застосування, що забезпечують підвищення родючості кислих ясно-сірих ґрунтів, одержання стабільно високого врожаю сільськогосподарських культур та екологічну рівновагу [5, 10, 14].

Погіршення агрофізичних властивостей родючості ґрунтів за сучасних умов є предметом зацікавленості вітчизняної [15, 20] і зарубіжної науки. Зокрема, вплив органічних добрив на агрофізичні властивості ґрунтів визначено в роботах таких авторів: [21, 22, 25–27, 29]. В останній із них проаналізовано також спільний вплив обробітку ґрунту й добрив на його агрофізичні та агрохімічні властивості.

Щільність ґрунту – одна з його найважливіших фізичних властивостей, яка безпосередньо впливає на водний, повітряний та тепловий режим, мікробіологічну діяльність, нагромадження й засвоєння елементів живлення, ефективність мінеральних та органічних добрив. Низка вітчизняних і зарубіжних джерел свідчить, що для нашого типу ґрунту показник щільності перебуває в межах 1,2–1,4 г/см<sup>3</sup> [1, 15–17, 19, 23, 24, 28, 30].

Важливою ознакою фізичного стану за довготривалого сільськогосподарського використання є плужна підшва – ущільнений прошарок, що утворюється внаслідок дії механізмів на ґрунт на межі переходу між орним і підорним шарами. За її наявності знижуються адаптивні властивості культур і лімітується їх повітряне й водне живлення [11].

**Матеріали і методи.** Трансформацію агрофізичних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за систематичного удобрення, вапнування та використання в різних ротаціях вивчали на основі тривалого (1965) стаціонарного дослідку лабораторії агрохімії Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН [4]. Дослід занесено в Реєстр довгострокових польових дослідів НААН (атестат реєстрації НААН № 29).

Стаціонарний дослід розміщений у просторі на трьох полях, варіанти перебувають у триразовому повторенні. Дослідження проводили на першому полі в посівах пшениці озимої. Розмір посівної ділянки – 168 м<sup>2</sup>, облікової – 100 м<sup>2</sup>. Загальна кількість варіантів – 18. Починаючи з 2000 р. на першому полі після закінчення V ротації було проведено часткову реконструкцію дослідку, яка полягала у вивченні ефективності та тривалості післядії залишкового фосфору й калію при помірному азотному живленні.

Ґрунт дослідної ділянки – ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний грубопилувато-легкосуглинковий на лесоподібних відкладах, орний шар (0–20 см) якого на час закладки дослідку характеризувався такими усередненими вихідними показниками родючості: вміст гумусу – 1,42%; рН<sub>KCl</sub> – 4,2, гідролітична кислотність (за Каппеном) – 4,5 мг-екв/100 г ґрунту; обмінна (за Соколовим) – 0,6 мг-екв/100 г ґрунту; вміст рухомого алюмінію (за Соколовим) – 60,0 мг/кг; доступного фосфору (за Кірсановим) і обмінного калію (за Масловою) – відповідно, 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту.

У досліді застосовували середньоперепрілий гній великої рогатої худоби на солом'яній підстилці, аміачну селітру (34%), гранульований суперфосфат (19,5%), калійну сіль (40%), в останні роки – нітроамофоску (17%), у період семипільної сівозміни додавали калімагнезію – 28%. Як вапнякові матеріали використовували вапнякове борошно (93,5% CaCO<sub>3</sub>) і за час семипільної сівозміни вносили відходи Роздільського ВО «Сірка» – 81% CaCO<sub>3</sub>. Черговий тур вапнування проводили перед початком V ротації сівозміни під картоплю та перед IX ротацією під кукурудзу на силос. Гній (40–60 т/га) вносили під кукурудзу на силос, фосфорно-калійні добрива – восени, а азотні – під передпосівну культивуацію. Обробіток ґрунту й догляд за посівами – загальноприйняті для умов зони.

Дослідження на час V ротації семипільної сівозміни картопля – ячмінь ярий з підсівом конюшини – конюшина лучна – озима пшениця – цукрові буряки – кукурудза на силос – озима пшениця проводили у таких варіантах: без добрив (контроль, вар. 1); N<sub>70</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> + 10 т/га гною

+ CaCO<sub>3</sub> (1,0 Нг) (вар. 7); N<sub>105</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> + 20 т/га гною + CaCO<sub>3</sub> (1,5 Нг) (вар. 13); внесення лише N<sub>140</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> (вар. 15).

Дослідження за період IX ротації чотирипільної сівозміни проводили з таким чергуванням культур: кукурудза на силос – ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної – конюшина лучна – пшениця озима. Варіанти: без добрив (контроль, вар. 1); N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> + 10 т/га гною + CaCO<sub>3</sub> (1,0 Нг) (вар. 7); N<sub>30</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> + 15 т/га гною + CaCO<sub>3</sub> (1,5 Нг) (вар. 13); за тривалого внесення лише N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> (вар. 15). Для порівняння особливостей трансформації агрофізичних властивостей ґрунту за тривалого сільськогосподарського використання в природному стані закладено додаткові розрізи під лісовим масивом і на перелозі.

Зразки ґрунту відбирали та готували до аналізів згідно з ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10381-1:2004, ДСТУ ISO 10381-2:2004 і ДСТУ ISO 18512. Морфологічну діагностику й закладання ґрунтового профілю здійснювали в польових умовах з використанням «Польового визначника ґрунтів» (1981) [18] і «Якість ґрунту. Спрощений опис ґрунту» (2006) (ДСТУ ISO 11259:2004) [8].

Аналітичні роботи виконували в атестованій агрохімічній лабораторії (свідчення № РЛ 149/18 від 05.02.2018 р., видане ДП «Львівстандартметрологія») Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за загальноприйнятими стандартизованими в Україні методами, а саме: щільність будови ґрунту – методом ріжучого кільця пошарово до глибини 70 і 110 см (ДСТУ ISO 11272–2001) [9]; загальна шпаруватість і шпаруватість аерації – розрахунково-порівняльним методом [17, 19]. Математичну обробку результатів агрофізичних даних здійснювали з використанням програм «Microsoft Excel» і «Statistica 6.0».

**Результати та обговорення.** Агрофізичні властивості дають змогу визначити внутрішньоґрунтові процеси, які відбуваються не тільки в поверхневих шарах ґрунту, а й у наближених до материнської породи генетичних горизонтах. До них належать щільність будови, загальна шпаруватість і шпаруватість аерації, а також об'єм шпар, насичених водою.

Результати досліджень виявили, що в умовах періодично промивного типу водного режиму [7, 13] за довготривалого сільськогосподарського використання ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту на кінець V ротації семипільної сівозміни об'ємна маса в шарі 0–30 см змінювалася від 1,39 до 1,46 г/см<sup>3</sup>, загальна шпаруватість становила 51–48%, аерація – 33,8–31,2%. Вниз по

профілю збільшується щільність ґрунту до  $1,69 \text{ г/см}^3$ , зменшується загальна пористість, шпаруватість аерації і об'єм шпарин, насичених водою, відповідно, до 42 і 16,9–17,9%. У варіанті 7, де вносили 1,0 норми вапна на фоні однієї норми мінеральних добрив  $1 \text{ 10 т/га}$  гною, об'ємна маса ґрунту у верхньому шарі становила  $1,46 \text{ г/см}^3$ , загальна шпаруватість – 48%, шпаруватість аерації – 31,2%.

Встановлено, що застосування добрив по-різному впливало на показники щільності ґрунту і шпаруватість. Внесення в ґрунт подвійної норми гною та підвищених норм мінеральних добрив і  $1,0 \text{ н}$  вапна за  $\text{Hg}$  сприяло утворенню найменшої щільності будови –  $1,38 \text{ г/см}^3$ , найвищої загальної пористості та аерації – 51 і 33,8% у верхньому шарі 0–30 см (табл. 1).

### 1. Агрофізичні показники ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під лісом та за різних систем удобрення в польовому досліді на кінець V ротації сівозміни (1999–2001)

Генетичні горизонти	Глибина відбору проби, см	Щільність будови ґрунту, $\text{г/см}^3$	Шпаруватість ґрунту, %		
			загальна	аерації	об'єм шпарин, зайнятих водою
1	2	3	4	5	6
Ліс					
HEgl	4–30	1,15	53	41,7	11,3
Ehigl	30–40	1,41	50	35,5	11,5
Igl	40–70	1,59	45	31,1	14,0
Без добрив (контроль) (вар. 1)					
HEgl	0–30	1,39	49	33,8	15,2
Ehigl	30–40	1,52	46	29,8	16,2
Igl	40–70	1,66	43	16,9	26,1
$\text{N}_{70}\text{P}_{90}\text{K}_{90} + 10 \text{ т/га}$ гною + $\text{CaCO}_3$ (1,0 Hг) (вар. 7)					
HEgl	0–30	1,46	48	31,2	16,8
Ehigl	30–40	1,52	46	28,4	17,6
Igl	40–70	1,64	44	21,8	22,2
$\text{N}_{105}\text{P}_{135}\text{K}_{135} + 20 \text{ т/га}$ гною + $\text{CaCO}_3$ (1,5 Hг) (вар. 13)					
HEgl	0–30	1,38	51	33,8	17,2
Ehigl	30–40	1,53	46	28,3	17,7
Igl	40–70	1,65	43	23,1	19,9

1	2	3	4	5	6
N <sub>140</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> (вар. 15)					
HEgl	0–30	1,44	49	32,6	16,4
Ehgl	30–40	1,52	46	28,9	17,1
Igl	40–70	1,69	42	24,1	17,9

Вниз по профілю зростає щільність і зменшується шпаруватість. На контролі (вар. 1) об'ємна маса по горизонтах ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту становила 1,39–1,66 г/см<sup>3</sup>, загальна шпаруватість – 49–43%, аерація 33,8–16,9%, об'єм шпарин, зайнятих водою, – 15,2–26,1% (див. табл. 1).

Щільність будови ґрунту під лісом поступово зростає з глибиною від типових для нього 1,15 г/см<sup>3</sup> до сильно ущільнених 1,41–1,59 г/см<sup>3</sup> типових ілювіальних горизонтів [17]. Загальна кількість шпарин у профілі під лісом різко знижується.

Дослідженнями, проведеними на кінець IX ротації чотирирічної сівозміни, встановлено, що агрофізичні показники ґрунту перелогу є гіршими порівняно з типовим лісовим ґрунтом, але дещо кращими порівняно з контролем. Так, горизонт HEgl перелогу характеризується як рілля ущільнена, а варіант без добрив (вар. 1) – як сильно ущільнена [17] (табл. 2).

## 2. Агрофізичні показники ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту на перелозі та за різних систем удобрення в польовому досліді на кінець IX ротації сівозміни (2015–2017)

Генетичні горизонти	Глибина відбору проби, см	Щільність будови ґрунту, г/см <sup>3</sup>	Шпаруватість ґрунту, %		
			загальна	аерації	об'єм шпарин, зайнятих водою
1	2	3	4	5	6
Переліг					
HEgl	5–30	1,24	53	29,3	23,7
Ehgl	31–40	1,48	44	15,9	28,1
Igl	41–61	1,70	35	8,1	26,9
Без добрив (контроль) (вар. 1)					
HEglорн.	0–18	1,36	51	34,3	16,7
HEglп/орн.	19–31	1,38	51	28,9	22,1

1	2	3	4	5	6
Ehgl	32–64	1,49	46	26,7	19,3
Iegl	65–110	1,61	40	8,9	31,3
$N_{65}P_{68}K_{68} + 10$ т/га гною + $CaCO_3$ (1,0 Hг) (вар. 7)					
HEglорн.	0–20	1,20	53	22,7	30,3
HEglп/орн.	21–35	1,28	51	17,7	33,3
Ehgl	36–55	1,53	44	10,8	33,2
Iegl	56–81	1,63	40	8,1	31,9
$N_{30}P_{34}K_{34} + 15$ т/га гною + $CaCO_3$ (1,5 Hг) (вар. 13)					
HEglорн.	0–18	1,25	53	34,4	18,6
HEglп/орн.	19–30	1,37	48	32,4	15,6
Ehgl	31–51	1,42	47	38,0	9,0
Iegl	52–73	1,58	40	17,6	22,4
$N_{65}P_{68}K_{68}$ (вар. 15)					
HEglорн.	0–22	1,28	56	45,4	10,6
HEglп/орн.	23–35	1,37	52	40,3	11,7
Ehgl	36–61	1,46	50	40,5	9,5
Iegl	62–87	1,61	41	15,5	25,5

Щільність будови ґрунту у варіанті контролю на кінець IX ротації в орному шарі HEglорн. становить  $1,36 \text{ г/см}^3$  і є помітно вищою порівняно з горизонтом HEgl під лісом і перелогом, що насамперед залежить від обробітку ґрунту більше 50 років без внесення добрив. За внесення органічних добрив щільність знижувалася до  $1,28\text{--}1,37 \text{ г/см}^3$ , проте з ознаками переущільнення в межах плужної підшви, особливо на високих фонах мінеральних добрив, де щільність будови досягала  $1,44\text{--}1,46 \text{ г/см}^3$ .

Підорний шар HEglп/орн., або плужна підшва, умовно виокремлюється в генетичний горизонт із високими значеннями переущільнення ( $1,38 \text{ г/см}^3$ ), що є негативним показником для горизонту цих ґрунтів. Характерною ознакою плужної підшви залишається найнижчий рівень пористості порівняно із сусідніми шарами ґрунту, що коливається в межах  $49\text{--}51\%$  і є нижчим задовільної оцінки [17].

Посезонне ущільнення плужної підшви як за період семипільної, так і чотирипільної сівозміни не дуже відрізнялося між собою, але й зниження показника нижче  $1,30 \text{ г/см}^3$  не спостерігалось, що свідчить про поступове ущільнення орного шару.

Аналіз наведених даних свідчить, що плужна підшва є нестабільним антропогенним утворенням, для регулювання якого потрібні агротехнічні заходи. За даними В. В. Медведєва, зі зменшенням пористості зменшується коефіцієнт перенесення вологи, особливо майже за відсутності макропор, характерних для переущільненого шару плужної підшви [15]. У переущільненому шарі ґрунту переважають анаеробні процеси, погіршуються умови для деструкції і синтезу органічної речовини. Це помітно впливає на поживний і водний режими, викликає активний тип сорбції, спрямований на подолання енергетичних бар'єрів, а не на формування врожаю [11].

Дані аналізу виявили, що через тенденцію до зростання щільності ґрунту на контролі без добрив між V і IX ротаціями кількість шпарин, зайнятих водою у профілі, також зросла. Збільшення об'єму водонасичених шпарин в ясно-сірому лісовому поверхнево оглееному ґрунті в умовах перезволоження й переущільнення сприяє утворенню й розвитку оглеєння.

Після закінчення V ротації та проведення часткової реконструкції стаціонарного досліді, яка полягала у вивченні ефективності та тривалості післядії добрив і вапна на ґрунт, на кінець IX ротації сівозміни агрофізичні показники знизились майже удвічі.

Результати виявили, що найменша щільність ґрунту – 1,20–1,25 г/см<sup>3</sup>, відмінна загальна пористість та аерація зафіксовані у верхньому шарі при внесенні N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> + 10 т/га гною + CaCO<sub>3</sub> (1,0 Нг) (вар. 7) і N<sub>30</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> + 15 т/га гною + CaCO<sub>3</sub> (1,5 Нг) (вар. 13), що засвідчує особливе значення гною в системі удобрення не тільки як джерела живлення, а в першу чергу як біологічного меліоранта.

Вказані системи удобрення позитивно вплинули на щільність будови ґрунту в шарах HEgl<sub>орн.</sub> – HEgl<sub>п/орн.</sub> з поступовим зростанням по профілю та найвищими значеннями (1,63 г/см<sup>3</sup>) у горизонті Iegl. Загальна шпаруватість за органо-мінеральної системи удобрення становить 53 і 51%, із них 22,7–17,7% заповнені повітрям і 30,3–33,3% насичені водою. З глибиною кількість пустот у ґрунті поступово зменшується, одночасно з поступовим зростанням щільності з глибиною і руйнуванням агрономічно цінних структурних агрегатів насамперед у верхніх шарах. Ймовірно, основні зміни в процесі переущільнення профілю відбуваються зі зменшенням об'єму грубих шпарин.

До них близький вар. 15 із внесенням самих мінеральних добрив, де об'ємна маса становить  $1,28 \text{ г/см}^3$ , загальна пористість – 56%, аерація – 45,4%, об'єм шпарин із водою – 10,6% (див. табл. 2).

Органо-мінеральна система удобрення на фоні 1,5 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг сформувала щільність ґрунту в шарах  $\text{HEglorn}$ . –  $\text{HEglP/orn}$ . на рівні  $1,25\text{--}1,37 \text{ г/см}^3$ , яка є однією з найвищих серед варіантів дослідів і, за оцінкою щільності, характеризується як рілля ущільнена та сильно ущільнена [17].

Загалом розподіл щільності будови в профілі цього варіанта близький до значень ґрунту з внесенням лише  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$  (вар. 15) (див. табл. 2). На кінець IX ротації органо-мінеральне удобрення на фоні 1,0 н  $\text{CaCO}_3$  (вар. 7) збільшувало об'єм шпарин, зайнятих водою, та водночас знижувало аерацію ґрунту. У разі внесення 1,5 н  $\text{CaCO}_3$  і 15 т/га гною і  $\text{N}_{30}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$  (вар. 13) все відбувалося навпаки: знижувався об'єм шпарин, зайнятих водою, і зростала шпаруватість аерації.

За внесення лише  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$  відбулось переущільнення підорного шару, а в горизонті Iegl значення показника зросли до  $1,61 \text{ г/см}^3$  і відповідають сильноущільненим ілювіальним горизонтам [17] (див. табл. 2). Однак мінеральні добрива у зазначених дозах забезпечили достовірно кращі показники загальної шпаруватості та шпаруватості аерації з глибиною порівняно з контролем.

Отже, для розвитку оптимальних агрофізичних показників на кислих ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах в умовах тривалого навантаження мінеральне удобрення ефективно лише за умови його застосування на фоні гною і 1,0 н вапна за Нг.

**Висновки.** Виходячи з наведених даних, можна зробити висновок, що на час проведення досліджень (кінець IX ротації) під впливом довготривалого удобрення й використання відбулася диференціація агрофізичних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту.

Установлено, що щільність будови й загальна шпаруватість, які визначають агрофізичні властивості ґрунту за спільного внесення гною, мінеральних добрив на фоні 1,0 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг, піддаються позитивному регулюванню та оптимізації процесів ґрунтоутворення. При цьому гній в цій системі використання виступає не тільки як джерело живлення, а і як біологічний меліорант. Самі мінеральні добрива за впливом на процеси ґрунтоутворення ефективні лише за умови внесення їх на фоні гною і 1,0 н вапна за Нг.

### Список використаної літератури

1. Барвінський А. В. Агрофізичні аспекти раціонального використання орних земель у Правобережному Лісостепу. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва*. 2008. № 1. С. 173–176.
2. Веремеєнко С. И., Фурманец О. А. Изменение агрохимических свойств темно-серой почвы Западной Лесостепи Украины под влиянием длительного сельскохозяйственного использования. *Почвоведение*. 2014. № 5. С. 602–610.
3. Вплив добрив у сівозміні на родючість ґрунту і продуктивність культур / С. Е. Дегодиук та ін. *Зб. наук. пр. Нац. наук. центру «Ін-т землеробства НААН»*. 2010. Вип. 4. С. 3–10.
4. Гізбуллін Н. Г. Удосконалення методики проведення польових досліджень. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2007. Вип. 9. С. 79–87.
5. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотна-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2014. № 1. С. 8–12.
6. Гудзь В. П., Кропивницький Р. Б., Кравчук М. М. Вплив мінімізації обробітку ґрунту та елементів біологізації на його агрофізичні показники та продуктивність картоплі в умовах Полісся України. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. пр. / за ред. М. В. Роїка. Вип. 18. Київ : ІБКіЦБ, 2013. С. 117–122.
7. Ґрунти Львівської області : колективна монографія / за ред. С. П. Позняка. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 424 с.
8. ДСТУ ISO 11259:2004. Якість ґрунту. Спрощений опис ґрунту. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 24 с.
9. ДСТУ ISO 11272:1998. Якість ґрунту. Визначення щільності складення на суху масу. Київ :

### References

1. Barvinskyi A. V. Agrophysical aspects of rational use of arable lands in the right-bank Forest-Steppe. *Visn. KhNAU im. V. Dokuchaieva*. 2008. No. 1. P. 173–176.
2. Veremeenko S. Y., Furmanecz O. A. Changes in agrochemical properties of dark gray soil of the Western Forest-Steppe of Ukraine under the influence of long-term agricultural use. *Pochvovedenie*. 2014. No. 5. P. 602–610.
3. Influence of fertilizers in crop rotation on soil fertility and crop productivity / S. E. Degodiuk ta in. *Zbirnyk naukovykh prats Nacionalnogo naukovogo centru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2010. Vol. 4. P. 3–10.
4. Gizbullin N. G. Improving the methodology of field research. *Naukovi pratsi Instytutu bioenergetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 2007. Vol. 9. P. 79–87.
5. Gospodarenko G. M., Prokopchuk I. V. Transformation of acid-base properties of soil with long-term use of fertilizers in the field crop rotation. *Visnyk Umanskogo natsionalnogo universytetu sadivnytstva*. 2014. No. 1. P. 8–12.
6. Gudzy V. P., Kropyvnytskyi R. B., Kravchuk M. M. Influence of minimization of tillage and elements of biologization on its agrophysical indicators and productivity of potatoes in the conditions of Polissya of Ukraine. *Naukovi pratsi Instytutu bioenergetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv* : zbirnyk naukovykh prats / za red. M. V. Roiika. Kyiv : IBKiTsB, 2013. Vol. 18. P. 117–122.
7. Soils of Lviv region: a collective monograph / za red. S. P. Pozniaka. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 2020. 424 p.
8. DSTU ISO 11259:2004. Soil quality. Simplified description of the soil. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2006. 24 p.
9. DSTU ISO 11272:1998. Soil quality. Determination of the density of addition to the dry mass. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 23 p.

Держспоживстандарт України, 2003. 23 с.

10. Екологічні проблеми підвищення продуктивності сірих опідзолених ґрунтів у Західному регіоні України / М. Д. Волощук та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 1999. Вип. 40–41. С. 33–44.

11. Зміна агрофізичних показників сірого лісового ґрунту за тривалого застосування органічних і мінеральних добрив / С. Е. Дегодюк, Е. Г. Дегодюк, О. А. Літвінова та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 1. С. 19–24.

12. Кирилук В. П. Продуктивність культур сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту. *Зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2011. Вип. 1–2. С. 77–85.

13. Львівська область: природні умови та ресурси : монографія / за заг. ред. М. М. Назарука. Львів : Вид-во Старого Лева, 2018. 592 с.

14. Малієнко А. М., Борис Н. Є., Буслаєва Н. Г. Питання методики польових дослідів у землеробстві та рослинництві. *Землеробство*. 2018. Вип. 1. С. 38–44.

15. Медведєв В. В. Агро- и екофізика почв. Харьков : Полосатая типографія, 2015. 312 с.

16. Павлюк Н. М., Гаськевич В. Г. Сірі лісові ґрунти Опілля. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 322 с.

17. Папіш І. Я. Практикум з фізики ґрунту : у 2-х ч. Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2001. Ч. 1 : Фізика твердої фази ґрунту. 95 с.

18. Полевой определитель почв / под ред. И. И. Полупана, Б. С. Носко, В. П. Кузьмичева. Киев : Урожай, 1981. 320 с.

19. Практикум з ґрунтознавства : навч. посіб. / В. В. Дегтяров та ін. ; за ред. Д. Г. Тихоненка. Харків : Майдан, 2009. 447 с.

20. Цвей Я. П., Вакуленко М. О., Колібабчук Т. В. Рекомендації з енергоощадного способу основного обробітку ґрунту з елементами

10. Ecological problems of increasing the productivity of gray podzolic soils in the western region of Ukraine / M. D. Voloshchuk ta in. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 1999. Vol. 40–41. P. 33–44.

11. Change of agrophysical indicators of gray forest soil with long-term use of organic and mineral fertilizers / S. E. Degodiuk, E. G. Degodiuk, O. A. Litvinova et al. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2020. No. 1. P. 19–24.

12. Kyryliuk V. P. Productivity of crop rotation crops depending on the systems of basic tillage *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2011. Vol. 1–2. P. 77–85.

13. Lviv region: natural conditions and resources: monograph / za zag. red. M. M. Nazaruka. Lviv : Vydavnytstvo Starogo Leva, 2018. 592 p.

14. Maliienko A. M., Borys N. Ye., Buslaieva N. G. Question of methods of field experiments in agriculture and crop production. *Zemlerobstvo*. 2018. Vol. 1. P. 38–44.

15. Medvedev V. V. Agro- i ekofizika pochv. Xarkov : Polosataya typografyya, 2015. 312 p.

16. Pavliuk N. M., Gaskevych V. G. Gray forest soils of Opillia. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 2011. 322 p.

17. Papish I. Ya. Workshop on soil physics: in 2 parts. Lviv : Vyd. centr LNU imeni Ivana Franka, 2001. Ch. 1 : Fyzyka tverdoi fazy gruntu. 95 p.

18. Field determinant of soils / pod red. Y. Y. Polupana, B. S. Nosko, V. P. Kuzmicheva. Kiev : Urozhaj, 1981. 320 p.

19. Workshop on soil science: textbook / V. V. Degtiarov ta in. ; za red. D. G. Tykhonenka. Kharkiv : Maidan, 2009. 447 p.

20. Czvej Ya. P., Vakulenko M. O., Kolibabchuk T. V. Recommendations for energy-saving method of basic tillage with elements of minimization. Kyiv : TsP «Komprynt», 2015. 32 p.

21. Armindo R. A., Wendroth O. Physical soil structure evaluation based on

- мінімізації. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 32 с.
21. Armino R. A., Wendroth O. Physical soil structure evaluation based on hydraulic energy functions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2016. No. 80. P. 1167–1180.
22. Comparison of soil physical quality indicators using direct and indirect data inputs derived from a combination of in-situ and ex-situ methods / M. G. Bacher, O. Schmidt, G. Bondi et al. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2019. No. 83. P. 5–17.
23. Effect of slope position on physico-chemical properties of eroded soil / F. Khan, Z. Hayat, W. Ahmad et al. *Soil Environ.* 2013. Vol. 32. P. 22–28.
24. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science.* 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.
25. Nichols K. A., Samson-Liebig S. An inexpensive and simple method to demonstrate soil quality parameters. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education.* 2011. Vol. 40. P. 51–57.
26. Nichols K. A., Toro M. A new index for measuring whole soil stability. *Soil and Tillage Research.* 2010. Vol. 111 (2). P. 99–104.
27. Rapidly estimating fertilizer value of dairy manure based on physical and chemical properties / Cui Lanying, Yang Zengling, Han Lujia, Teng Guanghui. *J. China Agr. Univ.* 2006. Vol. 11. No. 2. P. 98–102.
28. Shake table test of soil-pile groups-bridge structure interaction in liquefiable ground / L. Tang et al. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration.* 2010. Vol. 9. No. 1. P. 39–50.
29. The influence of soil management on soil properties and yield of crop rotation / D. Feiziene, V. Feiza, S. Lazauskas et al. *Zemdirbyste / Lietuvos zemes ukio univ. Akademija,* 2007. Vol. 94. No. 3. P. 129–145.
30. Variation in soil physical and chemical properties as affected by three hydraulic energy functions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2016. No. 80. P. 1167–1180.
22. Comparison of soil physical quality indicators using direct and indirect data inputs derived from a combination of in-situ and ex-situ methods / M. G. Bacher, O. Schmidt, G. Bondi et al. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2019. No. 83. P. 5–17.
23. Effect of slope position on physico-chemical properties of eroded soil / F. Khan, Z. Hayat, W. Ahmad et al. *Soil Environ.* 2013. Vol. 32. P. 22–28.
24. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science.* 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.
25. Nichols K. A., Samson-Liebig S. An inexpensive and simple method to demonstrate soil quality parameters. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education.* 2011. Vol. 40. P. 51–57.
26. Nichols K. A., Toro M. A new index for measuring whole soil stability. *Soil and Tillage Research.* 2010. Vol. 111 (2). P. 99–104.
27. Rapidly estimating fertilizer value of dairy manure based on physical and chemical properties / Cui Lanying, Yang Zengling, Han Lujia, Teng Guanghui. *J. China Agr. Univ.* 2006. Vol. 11. No. 2. P. 98–102.
28. Shake table test of soil-pile groups-bridge structure interaction in liquefiable ground / L. Tang et al. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration.* 2010. Vol. 9. No. 1. P. 39–50.
29. The influence of soil management on soil properties and yield of crop rotation / D. Feiziene, V. Feiza, S. Lazauskas et al. *Zemdirbyste / Lietuvos zemes ukio univ. Akademija,* 2007. Vol. 94. No. 3. P. 129–145.
30. Variation in soil physical and chemical properties as affected by three slope positions and their management implications in Ganye, North-Eastern Nigeria / S. A. Gisilanbe, H. J. Philip, R. I. Solomon, E. E. Okorie. *Asian. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2017. Vol. 2. P. 1–13.

slope positions and their management implications in Ganye, North-Eastern Nigeria / S. A. Gisilanbe, H. J. Philip, R. I. Solomon, E. E. Okorie. *Asian. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2017. Vol. 2. P. 1–13.

Отримано 29.01.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-5

УДК 633.2.031:631.816.1:631.816.3

**У. О. КОТЯШ, кандидат сільськогосподарських наук**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: ulyana-kotyash@ukr.net*

## **ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ПОВЕРХНЕВО ПОЛІПШЕНИХ РІЗНОВІКОВИХ ТРАВСТОЇВ**

Метою наших досліджень є вивчення впливу способів поверхневого поліпшення на продуктивність та економічну оцінку короткотермінового (5–9 р.), старосіяного (15–19 р.) та довготривалого (42–46 р.) лучних травостоїв. Експериментальну роботу виконували в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН в умовах багаторічного стаціонарного досліді (атестат № 30). Протягом багатьох років на цьому досліді вивчали вплив доз, розподіл азотних добрив та кратність використання різновікових травостоїв. Поверхневе покращення лучних фітоценозів шляхом застосування  $P_{60}K_{90}$  та підсіву конюшини лучної с. Прикарпатська 6, лядвенцю рогатого с. Аякс у 2016 р. значно вплинуло на продуктивність цих травостоїв.

Наведено результати досліджень щодо способів підвищення продуктивності та економічної ефективності різновікових лучних травостоїв залежно від поверхневого поліпшення. В середньому за 2016–2020 рр. продуктивність фітоценозів на абсолютному контролі без добрив становила 3,92–4,16 т/га сіна, 2,10–2,30 т/га кормових одиниць. Встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив ( $P_{60}K_{90}$ ) забезпечило підвищення урожайності до 31%. На старосіяному фітоценозі найвищі показники поживності одержано за рівномірного розподілу азоту  $N_{60(20+20+20)}$ , відповідно, збір сухої речовини становив 8,89 та 6,45 т/га кормових одиниць. Із виключенням ранньовесняного підживлення  $N_{60(0+20+40)}$  урожайність знизилася до 8,78 т/га сіна, а вихід кормових одиниць становив 6,40 т/га.

Різновікові лучні травостої у варіантах без добрив характеризувались високою рентабельністю (270–326%) із мінімальними затратами на догляд 1888 грн/га. На короткотерміновому травостої при двократному використанні та внесенні 50–60 кг/га діючої речовини азотних добрив виробничі затрати становили від 6636 до 7227 грн/га, а збільшення кількості скошувань та дози зростання на старосіяному та довготривалому фітоценозах призвело до їх зростання на 128–1675 грн/га. Найбільшу продуктивність довготривалого (42–46-річного) травостою (6,80 т/га кормових одиниць, 0,98 т/га перетравного протеїну) із найвищою економічною ефективністю (рівень рентабельності – 186% з умовно чистим доходом 15 489 грн/га) забезпечує внесення мінерального удобрення ( $N_{90(30+30+30)}P_{60}K_{90}$ ) із рівномірним розподілом азотних добрив та триразове скошування лучних трав.

**Ключові слова:** удобрення, продуктивність, кормова одиниця, економічна ефективність, рівень рентабельності, поверхнєве поліпшення.

**Uliana Kotyash**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**Economic evaluation of technologies of surface-improved different aged swards**

The aim of our research is to study the impact of surface improving methods on productivity and economic evaluation of short-term (5–9 years), old-sown (15–19 years) and long-term (42–46 years) meadow stands. Experimental work was performed at the Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS in the conditions of many years of stationary experiment (certificate № 30). For many years, this experiment studied the effect of doses and distribution of nitrogen fertilizers and the frequency of use of different age grasses. Surface improvement of meadow phytocenoses by application of P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> and sowing of meadow clover sp. Prykarpatska 6, Horned liadvenec sp. Ajax in 2016 significantly affected the productivity of these stands.

The results of research on ways to increase productivity and economic efficiency of meadows of different ages depending on surface improvement are presented. On average for 2016–2020, the productivity of phytocenoses on absolute control without fertilizers was 3.92–4.16 t/ha of hay, 2.10–2.30 t/ha of fodder units. It was found that the application of phosphorus-potassium fertilizers (P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) provided an increase in yield to 31%. In the old sown phytocenoses, the highest nutritional values were obtained with uniform distribution of nitrogen N<sub>60</sub> (20 + 20 + 20), respectively, the collection of dry matter was 8.89 t/ha and 6.45 t/ha of feed units. With the exception of early spring fertilization N<sub>60</sub> (0 + 20 + 40), the yield decreased to 8.78 t/ha of hay, and the yield of fodder units was 6.40 t/ha.

Meadow grasses of different ages on the variants without fertilizers were characterized by high profitability (270–326%) with minimal maintenance costs of 1888 UAH/ha. On short-term grass cover with double use and application of 50–60 kg/ha of active substance of nitrogen fertilizers, production costs ranged from 6636 to 7227 UAH/ha, and the increase in the number of mowings and the dose of fertilizers on old-grown and long-term phytocenoses led to their increase by 128–1675 UAH/ha. The highest productivity of long-term (42–46-year-old) grassland: 6.80 t/ha of feed units, 0.98 t/ha of digestible protein, with the highest economic efficiency: profitability level – 186% with conditionally net income of 15489 UAH/ha, provides application of mineral fertilizer (N<sub>90</sub> (30 + 30 + 30) P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) with uniform distribution of nitrogen fertilizers and three mowing of meadow grasses.

**Key words:** fertilizer, productivity, feed unit, economic efficiency, level of profitability, surface improvement.

**Вступ.** Луківництво – це галузь кормовиробництва, що займається покращенням природних, створенням сіяних травостоїв та їх сінокісним або пасовищним використанням. Проте до останнього

часу в Україні цій галузі приділялося надто мало уваги, а це невикористаний резерв найдешевших трав'яних кормів і локомотив тваринництва, про що свідчить досвід економічно розвинутих країн [6].

Природні кормові або лучні угіддя в Україні займають приблизно 6,6 млн га, або 17% від площі сільгоспугідь, а з перелогамі – 10 млн га [8]. Стан природних кормових угідь у більшості випадків незадовільний. Приблизно 1 млн га покрито чагарниками і дрібноліссям, особливо в зоні Полісся, і вони продовжують заростати у зв'язку з катастрофічним зменшенням поголів'я худоби і невикористанням, 0,5 млн – заболочені, в тому числі й через повторне заболочування, у зв'язку з погіршенням стану осушувальних систем, 1,4 млн мають кислу реакцію ґрунту і 0,6 млн га – солонцюваті. Із загальної кількості сінокосів і пасовищ на площі приблизно 3 млн га можна проводити докорінне поліпшення, на 2 млн га – лише поверхневе [1, 11, 19, 25].

У комплексі заходів, спрямованих на підвищення продуктивності молочної худоби та зниження собівартості продукції, значний потенціал мають низьковитратні технології утримання дійного поголів'я на культурних пасовищах. Тому розв'язання проблеми ресурсозбереження й підвищення якості зелених кормів дуже актуальне для України та передусім здійснюватиметься через освоєння принципово нових підходів і технологій для створення громадських пасовищ та сінокосів у реформованих сільських громадах. Для підвищення врожайності кормових угідь і забезпечення тваринництва високоякісними кормами широко проводять заходи поверхневого та докорінного поліпшення. Застосування докорінного поліпшення на великих територіях України потребує великої кількості насіння бобових і злакових трав. Ціна на насіння висока, і у підприємств не вистачає коштів. Нині така обставина різко обмежує можливості проведення докорінного поліпшення природних кормових угідь у масштабах усієї України. Аналіз стану старосіяних пасовищ загалом по Україні свідчить, що створювалися вони на основі укисних трав (тимофійки лучної, грястиці збірної та конюшини лучної). Продуктивність зелених кормів із таких травостоїв без внесення мінеральних добрив є низькою. У результаті через 2–3 роки на луках залишається переважно грястиця збірна, а потім відбувається забур'янення пирієм повзучим, які й забезпечують довголіття цього пасовища. Поживність такого травостою низька, отримати надій молока понад 3 тис. кг на голову на рік без додаткових кормів на

укісному пасовищі неможливо. У більшості агроформувань зазвичай пасовища мають низьку продуктивність і залишаються незмінними до 15 років своєї експлуатації [2, 14, 15, 18, 23, 26].

Створення довготривалих фітоценозів забезпечує низку практичних переваг і сприяє вирішенню важливого завдання – прискореного розширення поліпшених площ із метою підвищення виробництва корму. Тому питання вивчення формування багаторічних травостоїв, їх стійкості, якості одержуваного корму є перспективним [21]. Особливої значимості цей напрям досліджень набуває при застосуванні альтернативних систем ведення пасовищ і сінокосів з різними рівнями удобрення [4, 10, 13, 20, 22].

На створення сіяних сінокосів із злаковими компонентами при застосуванні розроблених технологій сукупні витрати повністю відшкодовують за 2 роки користування. Економічна оцінка технологій з люцерно-злаковими травостоями при продуктивності 4,0–4,7 корм. од./га засвідчила зниження середньорічних витрат на 10–13% завдяки використанню біологічного джерела азоту замість мінерального на злакових сінокосах. Додавання люцерно-злакових травостоїв до структури укісного конвеєра як пізньої ланки дає змогу збільшити терміни заготівлі сіна та сінажу без зниження якості корму. У зв'язку з необхідністю поліпшення великих площ сінокосів основним напрямом слід вважати курс на створення багаторічних самовідновлювальних злакових травостоїв, що забезпечить економію витрат на їх перезалуження, в поєднанні зі створенням бобово-злакових травостоїв, що знизить потребу в азотних добривах [27].

Дослідження з визначення ефективності різних систем і прийомів інтенсифікації луківництва виявили, що при застосуванні мінеральних добрив на суходолах із дерново-підзолистими ґрунтами простежується прогресивна й регресивна мінливість рослинності. При незбалансованому мінеральному живленні та низькому рівні антропогенного навантаження формується різнотравно-злаковий травостій сінокісного типу. Урожайність довготривалого фітоценозу (використання протягом 70 років без перезалуження) при щорічному внесенні  $N_{120-180}PK$  за останні 23 роки склала 7,2–8,5 т/га сухої речовини, надбавка від удобрення сягнула 125–165%. Багаторічне використання травостою сприяє підвищенню родючості ґрунту й збереженню стійкості агроєкосистеми. На 69-й рік використання маса коренів становила 21,2 т/га на контролі без добрив і 23,4 т/га на фоні  $N_{120}PK$ . У кормовій масі закріплено, відповідно, 354 і 387 ГДж/га валової енергії. Середньорічне виробництво валової енергії в

агроекосистемі досягає 65,6 ГДж/га без добрив і 147,5 на фоні добрив [5, 16, 24].

Мінеральне удобрення є одним із найважливіших факторів впливу на ефективність вирощування лучних травостоїв. Так, при використанні фосфорних та калійних добрив через невисоку врожайність лучних трав підвищується собівартість продукції, а при застосуванні повних мінеральних добрив збільшуються як затрати на вирощування одиниці продукції, так і рівні рентабельності, що пояснюється швидким зростанням цін на мінеральні добрива та сільськогосподарську продукцію [17, 28–30].

За даними кафедри лувівництва РДАУ-МСГА імені К. В. Тімірязєва встановлено, що окупність затрат на вирощування злакових травосумішок була найнижчою: рівень рентабельності становив 82,4–90,3%, а після додавання в травосумішку бобових трав рентабельність зростала в 1,4–2 рази [12].

Економічна ефективність значною мірою залежить від застосування мінеральних добрив. У дослідженні ІСГКР НААН найвищі економічні показники було одержано за внесення повного мінерального удобрення ( $N_{120}P_{60}K_{90}$ ) при рівномірному розподілі азотних добрив та скошуванні травостою у фазі трубкування злаків – умовно чистий дохід, рівень рентабельності та окупність 1 грн затрат зросли, відповідно, до 2083 грн, 117% та 2,2 грн за одночасного зниження собівартості 1 т к. од. до 232 грн [26].

**Матеріали і методи.** Експериментальну роботу проводили в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН в умовах багаторічного стаціонарного польового досліді (атестат № 30), який був залужений в 1974 р. Дослідження виконували за методикою Інституту кормів НААН [3]. Облік урожаю проводили суцільним методом із послідовним зважуванням з кожної ділянки, урожайність подавали в абсолютно сухій масі з попереднім визначенням гігроскопічної вологи висушуванням проби снопа вагою 0,5 кг при температурі 105°C до постійної ваги (ДСТУ ISO 6497:2005). Урожайні дані обробляли дисперсійним аналізом (Б. Доспехов, 1985) [9]. Поживність корму визначали розрахунковим методом, виходячи з даних власного хімічного аналізу, з використанням коефіцієнтів перетравності, взятих із довідкових джерел, за методикою А. П. Дмитроченка (1972) [7]. Економічну ефективність лучних травостоїв розраховували, використовуючи розрахунки за прямими затратами з технологічних карт загальноприйнятої форми.

Протягом багатьох років досліджували розподіл азотних добрив та їх вплив на продуктивність різновікових травостоїв (див. схему досліду в табл. 1).

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений глеюватий легкосуглинковий, осушений гончарним дренажем із такими агрохімічними показниками в горизонті 0–20 см: рН сольове – 4,7–5,0, вміст гумусу – 3,2–3,6%, лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 160–182 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 56–62, обмінного калію (за Кірсановим) – 65–68 мг/кг ґрунту.

**Результати та обговорення.** Інтенсифікація використання лучних угідь передбачає запровадження в першу чергу простих та економічно вигідних заходів і технологій підвищення їх продуктивності. Поверхнєве чи докорінне поліпшення різновікових травостоїв дає змогу відновити їх продуктивність, подовжити довголіття.

Результатами досліджень встановлено, що протягом вегетаційного періоду найнижча продуктивність різновікових лучних фітоценозів була на контролі без добрив. Вона становила від 3,92 до 4,62 т/га сіна, вихід кормових одиниць – 2,0–2,30 т/га, перетравного протеїну – 0,20–0,23 т/га (табл. 1). Такі показники схожі із показниками продуктивності природних лучних травостоїв. Продуктивність короткотермінового (5–9 років) травостою в роки досліджень коливалась від 4,16 т/га сухої маси без використання удобрення до 7,40 т/га сухої маси за внесення фосфорно-калійних та азотних добрив.

### 1. Продуктивність різновікових лучних травостоїв залежно від поверхнєвого поліпшення, середнє за 2016–2020 рр.

Удобрення	Кратність використання за сезон	Суша речовина, т/га	Приріст		Вихід, т/га	
			т/га	%	кормових одиниць	перетравного протеїну
1	2	3	4	5	6	7
Короткотерміновий травостій (5–9 р.)						
Контроль без добрив	2-кратне	4,16	–	–	2,30	0,20
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон (Ф)	2-кратне	5,35	1,19	29	3,20	0,35
Ф + N <sub>50(25+25)</sub>	2-кратне	6,84	2,68	64	5,13	0,58

1	2	3	4	5	6	7
Ф + N <sub>50(20+30)</sub>	2-кратне	6,57	2,41	58	5,10	0,55
Ф + N <sub>60(30+30)</sub>	2-кратне	7,40	3,24	78	5,65	0,63
Ф + N <sub>60(20+40)</sub>	3-кратне	6,96	2,80	67	5,20	0,58
НІР <sub>05</sub>		0,31			0,19	0,04
Старосіяний травостій (15–19 р.)						
Контроль без добрив	2-кратне	3,92	–	–	2,10	0,23
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон (Ф)	2-кратне	5,14	1,22	31	3,00	0,29
Ф + N <sub>60(20+20+20)</sub>	3-кратне	8,89	4,97	126	6,45	0,89
Ф + N <sub>60(0+20+40)</sub>	3-кратне	8,78	4,86	124	6,40	0,80
НІР <sub>05</sub>		0,34			0,21	0,05
Довготривалий травостій (42–46 р.)						
Контроль без добрив	2-кратне	4,62	–	–	2,00	0,22
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон (Ф)	2-кратне	5,57	0,95	21	3,10	0,35
Ф + N <sub>90(20+20+20)</sub>	3-кратне	9,66	5,04	109	6,80	0,98
Ф + N <sub>90(0+20+40)</sub>	3-кратне	9,52	4,90	106	6,75	0,90
НІР <sub>05</sub>		0,38			0,25	0,06

За використання фосфорно-калійних добрив на різновікових лучних травостоях (у дозі P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) вихід сухої маси з 1 га зріс на 21–31% і становив 5,14–5,57 т/га. Застосування повного мінерального добрива сприяло збільшенню продуктивності лучних угідь у 2 рази.

Найбільший вплив на врожайність різновікових травостоїв мали дози азотних добрив, застосування яких забезпечило від 58 до 126% приросту порівняно з контролем (без добрив). За двократного використання короткотермінового (5–9 р.) фітоценозу урожайність сухої маси, за обох досліджуваних розподілів азоту (N<sub>50</sub> та N<sub>60</sub>), була нижчою порівняно з триразовим скошуванням старосіяного (15–19 р.) та довготривалого (42–46 р.) травостоїв – приріст від застосування мінеральних добрив при дворазовому використанні становив 6,57–7,40 т/га проти 8,78–8,89 т/га сухої маси.

Двократне використання та підживлення короткотермінового травостою азотним добривом у дозі N<sub>60</sub> (по N<sub>30</sub> під перші два цикли скошування) сприяло збільшенню сухої речовини до 7,40 т/га, або 3,24 т/га приросту до контролю.

За рівномірного розподілу при трикратному використанні старосіяного травостою 60 кг/га діючої речовини азоту забезпечували врожайність на рівні 8,89 т/га сухої маси, 6,45 т/га кормових одиниць, а при внесенні 90 кг/га діючої речовини азотних добрив на

довготривалому фітоценозі – 9,66 т/га сіна та 6,80 т/га кормових одиниць.

Низький рівень застосування добрив в Україні та значне зростання цін на них і сільськогосподарську продукцію спричинили потребу вносити їх в таких дозах і співвідношеннях елементів живлення, які б забезпечували найбільшу економічну ефективність у рік внесення.

Визначення економічної ефективності – це завершальний етап в оцінюванні дії добрив на вирощування сільськогосподарських культур. Ефективність застосування мінеральних добрив на багаторічних травостоях пов'язана як із господарською, так і з ціновою ситуацією і дає змогу порівняти їх вплив на економічну результативність технологічних схем.

Аналіз основних економічних показників використання різновікових травостоїв розраховано станом на 1 жовтня 2020 року (табл. 2).

На короткотерміновому травостої при двократному використанні та внесенні 50–60 кг/га діючої речовини азотних добрив виробничі затрати становили від 6636 до 7227 грн/га, а збільшення кількості скошувань і дози добрив на старосіяному та довготривалому фітоценозах призвело до їх зростання на 128–1675 грн/га.

## 2. Економічна оцінка різновікових травостоїв залежно від поверхневого поліпшення, 2020 р.

Удобрення	Виробничі затрати травостою, грн/га	Вартість урожаю, грн	Умовно чистий дохід, грн/га	Рівень рентабель- ності, %
1	2	3	4	5
Короткотерміновий травостій (5–9 р.)				
Контроль без добрив	1888	8050	6162	326
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон (Ф)	5046	1120	6154	122
Ф + N <sub>50(25+25)</sub>	6636	17 955	11 319	170
Ф + N <sub>50(20+30)</sub>	6636	17 850	11 214	168
Ф + N <sub>60(30+30)</sub>	7227	19 425	12 198	168
Ф + N <sub>60(20+40)</sub>	7227	19 200	11 973	166
Старосіяний травостій (15–19 р.)				
Контроль без добрив	1888	7350	5462	289
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон (Ф)	5046	10 500	5454	108

1	2	3	4	5
Ф + N <sub>60(20+20+20)</sub>	7918	22 575	14 657	185
Ф + N <sub>60(0+20+40)</sub>	7918	22 400	14 482	182
Довготривалий травостій (42–46 р.)				
Контроль без добрив	1888	7000	5112	270
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон (Ф)	5046	10 850	5804	115
Ф + N <sub>90(20+20+20)</sub>	8311	23 800	15 489	186
Ф + N <sub>90(0+20+40)</sub>	8311	23 625	15 314	184

Різновікові лучні травостої у варіантах без добрив характеризувались високою рентабельністю (270–326%) із мінімальними затратами на догляд 1888 грн/га.

Показники економічної ефективності використання старосіяного лучного фітоценозу були вищі за рівномірного розподілу азотних добрив порівняно з виключенням ранньовесняного підживлення та наростанням доз до осені. За двократного використання та внесення 60 кг/га діючої речовини азоту (N<sub>60(30+30)</sub>) вартість урожаю становила 19 425 грн з рівнем рентабельності 168%, а за трикратного використання вартість урожаю зросла на 3150 грн, рівень рентабельності – на 17%.

Найбільш економічно вигідним на різновікових травостоях виявився рівномірний розподіл азотних добрив на фоні P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, який забезпечив 186% рентабельності та 15 489 грн/га умовно чистого доходу на довготривалому травостій; 185% рентабельності й 14 657 грн/га умовно чистого доходу на старосіяному травостій та 168% рентабельності та 12 198 грн/га умовно чистого доходу на короткотерміновому травостій. Отже, економічна ефективність різновікових травостоїв залежала від доз азотного удобрення та режимів використання.

**Висновки.** Урожайність різновікових лучних травостоїв за тривалого застосування залежала від доз мінерального удобрення N<sub>50-90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> та кратності використання. У варіантах без внесення добрив за рахунок природної родючості ґрунту отримано 3,92; 4,16; 4,46 т/га сіна. Із внесенням фосфорно-калійних добрив (P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) продуктивність травостоїв підвищилась від 0,95 до 1,22 т/га сухої речовини порівняно з контролем. При поверхневому поліпшенні короткотермінового фітоценозу з двократним використанням вихід сухої речовини становив 7,40 т/га, відповідно, вихід кормових одиниць – 5,65 т/га, а на довготривалому – за трикратного використання продуктивність сягала 9,66 т/га сіна й 6,80 т/га кормових одиниць.

Серед варіантів старосіяного травостою, у які вносили азотні добрива в дозі  $N_{60}$ , найвищі показники поживності одержано за рівномірного розподілу азоту  $N_{60(20+20+20)}$ , відповідно, збір сухої речовини становив 8,89 т/га та 6,45 т/га кормових одиниць. Із виключенням ранньовесняного підживлення  $N_{60(0+20+40)}$  урожайність знизилася до 8,78 т/га сіна, а вихід кормових одиниць становив 6,40 т/га.

Найбільшу продуктивність довготривалого (42–46-річного) травостою (6,80 т/га кормових одиниць, 0,98 т/га перетравного протеїну) із найвищою економічною ефективністю (рівень рентабельності – 186% з умовно чистим доходом 15 489 грн/га) забезпечувало внесення мінерального удобрення ( $N_{90(30+30+30)}P_{60}K_{90}$ ) із рівномірним розподілом азотних добрив та триразове скошування лучних трав. Різновікові лучні травостої у варіантах без добрив характеризувались високою рентабельністю (270–326%) із мінімальними затратами на догляд 1888 грн/га.

#### Список використаної літератури

1. Агробіологічне обґрунтування поліпшення продуктивності природних кормових угідь / Я. І. Машак та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54. Ч. I. С. 40–45.
2. Агроекобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолюк та ін. Львів, 2013. 304 с.
3. Бабич А. О. Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин. Київ, 1994. 80 с.
4. Боговін А. В., Пташнік М. М., Дудник С. В. Відновлення продуктивних, екологічно стійких трав'янистих біогеоценозів на антропотрансформованих едафотопях. Київ, 2017. 356 с.
5. Бугрин Л. М., Бугрин О. М. Кормова продуктивність пасовищного агроценозу залежно від удобрення та застосування біопрепаратів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55 (2). С. 20–27.
6. Гаврилюк М. М., Петриченко В. Ф., Кургак В. Г. Стан і основні напрями досліджень з луківництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 67. С. 120–127.

#### References

1. Agrobiological substantiation of improvement of productivity of natural forage lands / Ja. I. Mashak et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2012. Issue 54 (I). P. 40–45.
2. Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses / M. T. Yarmoliuk et al. Lviv, 2013. 304 p.
3. Babych A. O. Methods of conducting experiment on forage production and animal feeding. Kyiv, 1994. 80 p.
4. Bohovin A. V., Ptashnik M. M., Dudnyk S. V. Restoration of productive, ecologically sustainable herbaceous biogeocenoses on anthropotransformed edaphotopes. Kyiv, 2017. 356 p.
5. Bugryn L. M., Bugryn O. M. Forage productivity of pasture agrocenosis depending on fertilizer and application of biological products. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2013. Issue 55 (2). P. 20–27.
6. Gavrilyuk M. M., Petrychenko V. F., Kurgak V. G. The state and main directions of research on onion growing in Ukraine. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2010. Issue 67. P. 120–127.

7. Дмитроченко А. П., Крылов В. М., Толчкина А. В. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных. Київ, 1972. 351 с.
8. Довідник по сіножатях і пасовищах / А. В. Боговін, П. С. Макаренко, В. Г. Кургак та ін. ; за ред. А. В. Боговіна. Київ : Урожай, 1990. 208 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
10. Кулаков В. А., Алтунин Д. А. Эффективность альтернативных систем удобрения пастбищ разного ботанического состава в Нечерноземной зоне РФ. *Продовольственная безопасность сельского хозяйства России в XXI веке* : сб. науч. трудов. Москва, 2016. Вып. 11 (59). С. 113–119.
11. Кургак В. Г. Лучні агрофітоценози. Київ, 2010. 374 с.
12. Лазарев Н. Н., Авдеев С. М. Продуктивность сортов клевера лугового и люцерны изменчивой нового поколения в травосмесях со злаковыми травами. *Известия ТСХА*. 2006. № 2. С. 40–49.
13. Лазарев Н. Н., Мерзляя Г. Е., Стародубцева А. М. Продуктивное долголетие злаковых и бобовых трав в зависимости от кратности скашивания и удобрения. *Плодородие*. 2017. № 3 (96). С. 13–15.
14. Лазарев Н. Н., Тюлин В. А., Авдеев С. М. Устойчивость клевера ползучего и люцерны изменчивой в сенокосных и пастбищных травостоях при долголетнем использовании. *Кормопроизводство*. 2020. № 10. С. 20–25.
15. Марцінко Т. І. Вплив удобрення на продуктивність та ботаніко-господарський склад сіяних лучних агроценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (1). С. 135–145.
16. Особливості формування різновікових лучних травостоїв залежно від поверхневого поліпшення / 7. Dmitrochenko A. P., Krylov V. M., Tolchikina A. V. Workshop on feeding farm animals. Kyiv, 1972. 351 p.
8. Handbook of hayfields and pastures / A. V. Bohovin, P. S. Makarenko, V. G. Kurgak et al. ; edited by A. V. Bohovin. Kyiv : Harvest, 1990. 208 p.
9. Dosphehov B. A. Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results). 5<sup>th</sup> ed. Moscow : Agropromizdat, 1985. 351 p.
10. Kulakov V. A., Altunin D. A. Efficiency of alternative systems of fertilization of pastures of different botanical structure in the Non-chernozem zone of the Russian Federation. *Food security of agriculture in Russia in the XXI century* : collection of scientific works. Moscow, 2016. Issue 11 (59). С. 113–119.
11. Kurhak V. H. Meadow agrophytocenoses. Kyiv, 2010. P. 102–108.
12. Lazarev N. N., Avdeev S. M. The efficiency of sowing alfalfa and clover meadow in the turf of old sown hay. *Kormoproizvodstvo*. 2018. No. 1. P. 8–13.
13. Lazarev N. N., Merzlaja G. E., Starodubszeva A. M. Productive longevity of cereals and legumes depending on the frequency of mowing and fertilizing. *Plodorodie*. 2017. No. 3 (96). P. 13–15.
14. Lazarev N. N., Tyulin V. A., Avdeev S. M. The resistance of creeping clover and alfalfa is variable in hay and pasture grasslands with long-term use. *Kormoproizvodstvo*. 2020. Issue 10. P. 20–25.
15. Martsinko T. I. Influence of fertilizer on productivity and botanical and economic composition of sown meadow agrocenoses. *Peredhime ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2020. Issue 68 (1). P. 135–145.
16. Features of formation of meadow grasses of different ages depending on surface improvement / U. A. Kotyash et al. *Peredhime ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2019. Issue 66. P. 117–129.
17. Panahid G. Ya., Konik G. S. Energy efficiency of ways to improve grass

- У. О. Котляш та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 117–129.
17. Панахид Г. Я., Коник Г. С. Енергетична ефективність способів поліпшення різновікових травостоїв. *Передгірне та гірське землеробство та тваринництво*. 2018. Вип. 63. С. 128–139.
18. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Векленко Ю. А. Сталий розвиток лукопасовищного кормовиробництва в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 6 (783). С. 25–32.
19. Петриченко В. Ф., Кургак В. Г. Луки України та шляхи їх поліпшення. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 11. С. 11–14.
20. Привалова К. Н., Алтунин Д. А. Ботанический состав долголетних фитоценозов и качество корма при разных технологических системах ведения пастбища. *Адаптивное кормопроизводство*. 2018. № 1. С. 20–25.
21. Привалова К. Н. Формирование долголетних пастбищных фитоценозов злакового состава. *Сб. трудов междунар. науч. эколог. конф. «Современные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта»*. Краснодар : Кубанский ГАУ, 2016. С. 85–88.
22. Продуктивність виродженого старосіяного лучного травостою залежно від способів його поліпшення в умовах Лісостепу Правобережного / К. П. Ковтун та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85. С. 82–86.
23. Тебердиев Д. М., Родионова А. В. Продуктивность и средообразующая роль долголетних агрофитоценозов. *Адаптивное кормопроизводство*. 2017. № 4. С. 43–50.
24. Тебердиев Д. М., Родионова А. В. Эффективность удобрений на долголетнем сенокосе. *Кормопроизводство*. 2015. № 10. С. 3–7.
25. Теорія і практика луківництва / Я. І. Машак та ін. Дрогобич : КОЛО, 2011. 373 с.
- stands of different ages. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2018. Issue 63. P. 128–139.
18. Petrychenko V. F., Korniychuk O. V., Veklenko Yu. A. Sustainable development of meadow fodder production in the conditions of climate change. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2018. No. 6 (783). P. 25–32.
19. Petrychenko V. F., Kurgak V. G. Meadows of Ukraine and ways to improve them. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2011. No. 11. P. 11–14.
20. Privalova K. N., Altunin D. A. Botanical composition of long-term phytocenoses and forage quality at different technological systems of pasture management. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2018. No. 1. P. 20–25.
21. Privalova K. N. Formation of long-term pasture phytocenoses of cereal composition. *Collection of works international. scientific ecologist. conf. "Modern field crops in crop rotation of the agricultural landscape"*. Krasnodar : Kuban GAU, 2016. P. 85–88.
22. Productivity of degenerate old sown meadow grass depending on the ways of its improvement in the conditions of the Forest-Steppe of the Right Bank / K. P. Kovtun et al. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2018. Issue 85. P. 82–86.
23. Teberdiev D. M., Rodionova A. V. Productivity and environment-forming role of long-term agrophytocenoses. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2017. No. 4. P. 43–50.
24. Teberdiev D. M., Rodionova A. V. Efficiency of fertilizers on long-term haymaking. *Kormoproizvodstvo*. 2015. No. 10. P. 3–7.
25. Theory and practice of onion growing / Ja. I. Mashchak et al. *Drogobych : Kolo*, 2011. 373 p.
26. Creation and use of meadow phytocenoses / H. Ya. Panakhyd et al. *Lviv*, 2017. 304 p.
27. Economic efficiency of improved technologies of creation and use of sown

26. Створення та використання лучних фітоценозів / Г. Я. Панахид та ін. Львів, 2017. 304 с.

27. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов / А. А. Кутузова и др. *Кормопроизводство*. 2019. № 2. С. 8–13.

28. Laidlaw A. S., Sebek L. B. J. Grassland for sustainable animal production. *Grassland Science in Europe*. 2012. Vol. 17. P. 47–58.

29. Long-term effects of fertilizer on soil nutrient concentration, yield, forage quality and floristic composition of a hay meadow in the Eifel mountains, Germany / J. Schellberg et al. *Grass and forage science*. 1999. Vol. 54. P. 195–207.

30. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: A review / A. Luscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228.

hayfields / A. A. Kutuzova et al. 2019. No. 2. P. 8–13.

28. Laidlaw A. S., Sebek L. B. J. Grassland for sustainable animal production. *Grassland Science in Europe*. 2012. Vol. 17. P. 47–58.

29. Long-term effects of fertilizer on soil nutrient concentration, yield, forage quality and floristic composition of a hay meadow in the Eifel mountains, Germany / J. Schellberg et al. *Grass and forage science*. 1999. Vol. 54. P. 195–207.

30. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: A review / A. Luscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228.

Отримано 26.12.2020

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-6

УДК 633.13:633.16:631.52

**В. І. ПУЩАК**, кандидат сільськогосподарських наук

**Р. В. ЛЬЧУК**, доктор сільськогосподарських наук

**Г. І. МАРУХНЯК**, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: volodymyr93agro@gmail.com

## **КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ЗРАЗКІВ ЯРИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР (ОВЕС, ЯРИЙ ЯЧМІНЬ) ЗА ОЗНАКОЮ «ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА»**

Дослідження проводили у 2016–2018 рр. на полях лабораторії селекції зернових і кормових культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Предметом досліджень були 7 селекційних ліній ярого ячменю та стандартні сорти Командор і Княжий і 9 селекційних ліній вівса з голозерним і півчастим зерном та стандартні сорти Закат, Артур.

Метою нашої роботи було визначення параметрів екологічної адаптивності генотипів ярих зернових культур (овес, ячмінь ярий) за кількісною ознакою «врожайність зерна» та проведення кластерного розподілу генотипів за комплексом показників, які визначають адаптивні та продуктивні особливості.

За кількісними ознаками врожайності визначали показники гомеостатичності й селекційної цінності, використовуючи методику В. В. Хангільдіна, за такими формулами:

$$Hom_1 = X_2 / \sigma; Hom_2 = X_2 / \sigma (X_{opt} - X_{lim});$$

$$Sc = X (X_{lim} / X_{opt}),$$

де  $Hom_1$  і  $Hom_2$  – показники гомеостатичності;  $X$ ,  $X_{opt}$ ,  $X_{lim}$  – відповідно, усереднена за генотипом середня арифметична, оптимальна та лімітована величини ознаки;  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення;  $Sc$  – показник селекційної цінності. За  $X_{lim}$  прийнято найменше значення ознаки в роки досліджень, а за  $X_{opt}$  – найвище.

Проводили визначення параметрів екологічної адаптивності генотипів вівса за кількісною ознакою «врожайність зерна», пластичності ( $b_i$ ) і стабільності ( $S_i^2$ ) – за С. А. Eberhart і W. A. Russel, ефекту генотипу, що являє собою різницю між середнім показником кількісної ознаки за набором генотипів і відповідним значенням конкретного генотипу, – за методикою Ю. В. Гудзя та Ю. А. Лавриненка.

Визначали ефект генотипу (різниця між середнім показником кількісної ознаки за набором генотипів і відповідним значенням конкретного генотипу), рівень стійкості до стресу (різниця між мінімальною і

максимальною врожайністю), генетичну гнучкість, яка показує ступінь відповідності між генотипом і різними факторами зовнішнього середовища (сума мінімальної та максимальної врожайності, розділена на два). Статистичний аналіз даних урожайності провели дисперсійним методом за Б. А. Доспеховим і в програмі «Microsoft Excel». Кластерний аналіз для групування зразків за показниками екологічної адаптивності врожайності зерна здійснювали з використанням евклідових відстаней в програмі «Statistica 10».

Високою гомеостатичністю показника врожайності ярого ячменю вирізнялися стандартні сорти Княжий ( $Hom_1 = 260,73$ ;  $Hom_2 = 2370,29$ ) і Командор ( $Hom_1 = 86,64$ ;  $Hom_2 = 279,47$ ). Їм поступався тільки селекційний номер 703-1-10 Командор ( $Hom_1 = 66,39$ ;  $Hom_2 = 184,42$ ). У цих генотипів ярого ячменю була також висока селекційна цінність ( $Sc$ ) ознаки врожайності від 3,27 у 703-1-10 до 3,68 у сорту Княжий. Високою селекційною цінністю також відзначена селекційна лінія 702-1-12 (3,59 т/га).

Кластерний аналіз за даними екологічної пластичності ознаки «врожайність зерна» ячменю ярого дає змогу зробити висновок про реакцію на зміни умов вирощування сортів Командор, Княжий і селекційних ліній 699-2-18, 545-5-9, 703-1-10, 703-1-10, 700-3-17 і 702-1-12. Найбільшу генетичну дивергенцію за згаданою ознакою виявили зразки 538-2-6 та 409-1-4.

Аналіз урожайності генотипів вівса засвідчив, що в середньому за три роки найвищу середню продуктивність продемонстрували селекційні лінії 369-6-3, 279-1-3 і 359-1-1 – відповідно, 4,08; 4,02 і 4,00 т/га.

При вирощуванні в оптимальних умовах найбільш продуктивні селекційні лінії вівса також були кращими за врожайністю – від 4,50 у 396-6-3 до 4,60 т/га у 279-1-3. За несприятливих умов ( $X_{lim}$ ) лише селекційна лінія 359-1-1 виділялася порівняно вищою продуктивністю (3,67 т/га), а кращими за врожайністю були 400-2-10 (3,64 т/га) і 112-196 (3,57 т/га). Голозерні генотипи вівса 407-1 (Крепыш / AC Belmont) і 405-1-5 (AC Belmont / Крепыш) із середнім врожаєм зерна, відповідно, 2,72 і 3,13 т/га відставали від плівчастих селекційних ліній і стандартних сортів.

**Ключові слова:** ярий ячмінь, овес, селекційна лінія, кількісна ознака, екологічна адаптивність, урожайність, кластерний розподіл.

### **Volodymyr Pushchak, Roman Ilchuk, Halyna Marukhniak**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

#### **Cluster analysis of spring cereal specimens (oat and spring barley) by the characteristic “seed yield”**

The study was carried out in 2016–2018 on the fields of the laboratory of selection of cereals and forage crops under conditions of crop rotation for selective breeding and seed farming at the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Ukraine. The research objects were 7 breeding lines and the standard varieties Komandor and Kniazhyi of the spring barley as well as 9 breeding lines of the oat with naked and filmy grains and the standard varieties Zakat and Artur.

The aim of the study was to determine the ecological adaptiveness parameters of spring cereals genotypes (spring barley and oat) by seed yield and to carry out a cluster ordination of genotypes by a complex of features that determine specifics of adaptiveness and productivity.

The parameters of homeostaticity and breeding value were determined according to quantitative yield characteristics using the method of V.V. Khangildin and the following formula:  $Hom_1 = X_2 / \sigma$ ;  $Hom_2 = X_2 / \sigma (X_{opt} - X_{lim})$ ;  $Sc = X (X_{lim} / X_{opt})$ , where  $Hom_1$  and  $Hom_2$  are parameters of homeostaticity and  $X$ ,  $X_{opt}$ , and  $X_{lim}$  are, respectively, averaged by the genotype mean, optimal, and limited values of character,  $\sigma$  – standard deviation, and  $Sc$  – breeding value.  $X_{lim}$  is considered as the lowest value of the character observed during the research period, while  $X_{opt}$  is the highest value.

Parameters of ecological adaptiveness of the oat genotypes were calculated by the quantitative character “seed yields”, plasticity ( $b_i$ ) and stability ( $S_i^2$ ) were determined following S. A. Eberhart and W. A. Russel, whereas the genotype’s effect, which represents the difference between the average value of the quantitative character for the set of genotypes and the corresponding value of a particular genotype, was found according to the method by Yu. V. Gudz and Yu. A. Lavrynenko.

Such parameters were determined as the genotype’s effect (the difference between the average value of the quantitative character for the set of genotypes and the corresponding value of a particular genotype), level of stress resistance (the difference between the maximum and minimum yield), and genetic plasticity (level of correspondence between the genotype and various environmental factors, i.e. half of the sum of the minimum and maximum). Statistical analysis of data included analysis of variance carried out in MS Excel following B. A. Dospikhov. Cluster analysis for the ordination of specimens by parameters of ecological adaptiveness of seed yields was conducted in Statistica v.10 based on Euclidean distance.

High homeostaticity of yield parameters characterised the standard cultivars Knyazhyi ( $Hom_1 = 260.73$ ;  $Hom_2 = 2370.29$ ) and Komandor ( $Hom_1 = 86.64$ ;  $Hom_2 = 279.47$ ) followed by the breeding line 703-1-10 Komandor ( $Hom_1 = 66.39$ ;  $Hom_2 = 184.42$ ). The same genotypes of the spring barley had also high breeding value ( $Sc$ ) by the yield parameter ranging from 3.27 in 703-1-10 to 3.68 in the cultivar Knyazhyi. The breeding line 702-1-12 also had a high breeding value (3.59 t/ha).

Cluster analysis of the spring barley by data of the ecological plasticity of the character “seed yields” allows concluding about a reaction to changes of growing conditions in the cultivars Komandor, Knyazhyi, and breeding lines 699-2-18, 545-5-9, 703-1-10, 703-1-10, 700-3-17, and 702-1-12. The specimens 538-2-6 and 409-1-4 showed the highest genetic divergence by the aforementioned character.

Analysis of the productivity of oat genotypes showed that the highest mean productivity for the three years of study was demonstrated by breeding lines 369-6-3, 279-1-3, and 359-1-1, respectively 4.08, 4.02, and 4.00 t/ha.

When cultivated under optimal conditions, the most productive breeding lines of the oat had also provided higher yields – from 4.50 t/ha in 396-6-3 to 4.60 t/ha in 279-1-3. Under unfavourable conditions ( $X_{lim}$ ) only the breeding line 359-1-1 demonstrated a relatively high productivity (3.67 t/ha) followed by lines 400-2-10 (3.64 t/ha) and 112-196 (3.57 t/ha). Naked seed oat genotypes 407-1 (Krepysh / AC Belmont) and 405-1-5 (AC Belmont / Krepysh) with an average seed yield of, respectively, 2.72 and 3.13 t/ha lagged behind filmy breeding lines and standard cultivars.

**Key words:** spring barley, oat, breeding line, quantitative characteristic, ecological adaptiveness, productivity, cluster ordination.

**Вступ.** Високоадаптивні сорти є запорукою отримання високих і стабільних врожаїв зерна в мінливих метеорологічних умовах та в різних еколого-географічних зонах. Для реалізації високого генетичного потенціалу проводять розрахунок статистичних параметрів, гомеостатичності та селекційної цінності [21, 22, 27, 28, 29, 30, 33, 35], оцінювання екологічної пластичності за врожайністю [24, 26] та іншими кількісними ознаками (структури врожаю та якості зерна) [1, 3, 7, 17, 23, 32].

Нині починають використовувати методи, які дають змогу візуалізувати розподіл генотипів за поєднанням продуктивності та адаптивності в багатосередовищних випробуваннях: АММІ-модель, яка поєднує дисперсійний аналіз та сингулярний розподіл, GGE biplot як графічне відображення матричної мультиплікації [2, 8, 11, 25, 39].

Основної уваги заслугоує своєчасна сортозаміна, тому що свій потенціал новий сорт найбільш ефективно реалізує протягом 10–15 років [4, 34, 15]. За допомогою кластерного аналізу можна оцінювати генетичну схожість гомозиготних ліній самозапильних культур або генетичну віддаленість генотипів із використанням коефіцієнта спорідненості [5, 6, 31, 36, 37, 38].

Генетичну дивергенцію сортів і ліній можна оцінювати з допомогою евклідових відстаней з наступним кластерним аналізом, який дає змогу згрупувати генетично близькі сорти, а також оцінити інформативність ознак. Результати кластерного аналізу можуть бути використані для оптимального підбору батьківських пар [14, 18]. Генетичну дивергенцію можна виразити через спеціальні параметри з допомогою методів багатомірного статистичного аналізу комплексу кількісних ознак [16].

Природною мірою віддаленості потенційних батьків може бути евклідова відстань. Вихідними даними для підрахунку евклідових відстаней між сортами можуть слугувати середні значення  $N$

кількісних ознак, а також коефіцієнти кореляції ознак, які використовувалися для відсіву дубльованих ознак [16].

Для селекції на адаптивність важливо володіти інформацією про ступінь гомеостатичності окремих ознак у варіабельних умовах зовнішнього середовища разом із загальним гомеостазом індивідуального розвитку або буферності рослинного організму загалом [21].

Досягати підвищення стабільності врожаю та якості зерна в часі та просторі можна шляхом створення й впровадження у виробництво нових сортів, які поєднують максимальну продуктивність з підвищеним рівнем гомеостатичності [12, 14, 27, 38].

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили у 2016–2018 рр. на полях лабораторії селекції зернових та кормових культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Предметом досліджень були селекційні лінії ярих зернових культур. Овес: 112-196 (Львівський 23 / Буг / Обрій), 279-1-3 (Чиж / Ант), 359-1-1 (Komes / Calibre / Ставчанський / Чернігівський 27), 369-6-3 (Ант / Аркан), 407-1 (Крепыш / AC Belmont), 377-1-10 (AC Assinoboia / Zlotnyak), 380-1-9 (Ант / AC Assinoboia), 400-2-10 (ІЗО-14 / Фауст), 405-1-5 (AC Belmont / Крепыш) і стандартні сорти Закат і Артур. Ярий ячмінь: 545-5-9 (Чудов / Княжий), 538-2-6 (Галактик / Княжий), 409-1-4 (СОЛ-42 / ST 167), 699 -2-18 (Одеський 164 / Бескид), 700-3-17 (Княжий / Рось), 702-1-12 (Княжий / Оболонь), 703-1-11 (Abissinica 1105 / Надія) і стандартні сорти Командор і Княжий. Попередник – озимі зернові, фон мінерального живлення –  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , агротехніка – загальноприйнята для вирощування ярих зернових культур у зоні досліджень. Облікова площа ділянки – 25 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова. Сівбу проводили селекційною сівалкою СКС-6-10 з апаратом центрального висіву, збирання – комбайном «Сампо-130», обліки та спостереження – згідно з відповідними методиками державного сортопробування [19, 20].

За кількісними ознаками врожайності визначали показники гомеостатичності й селекційної цінності, використовуючи методику В. В. Хангільдіна [34, 37], за такими формулами:

$$Hom_1 = X_2 / \sigma; Hom_2 = X_2 / \sigma (X_{opt} - X_{lim});$$

$$Sc = X (X_{lim} / X_{opt}),$$

де  $Hom_1$  і  $Hom_2$  – показники гомеостатичності;  $X$ ,  $X_{opt}$ ,  $X_{lim}$  – відповідно, усереднена за генотипом середня арифметична, оптимальна й лімітована величини ознаки;  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення;  $Sc$  – показник селекційної цінності. За  $X_{lim}$  прийнято найменше значення ознаки в роки досліджень, а за  $X_{opt}$  – найвище.

Визначення параметрів екологічної адаптивності генотипів вівса проводили за кількісною ознакою «врожайність зерна»; пластичність ( $b_i$ ) і стабільність ( $S_i^2$ ) – за S. A. Eberhart і W. A. Russel [38], ефект генотипу, що являє собою різницю між середнім показником кількісної ознаки за набором генотипів і відповідним значенням конкретного генотипу, – за методикою Ю. В. Гудзя та Ю. А. Лавриненка [9].

Стійкість сортів до стресу й середню врожайність у контрастних умовах середовища з'ясували за рівнянням A. A. Rossille, J. Hamblin, цит. за А. А. Гончаренком [5]. Рівень стійкості до стресу визначають як різницю між мінімальною і максимальною врожайністю ( $Y_2 - Y_1$ ). Він має від'ємне значення, і при більшій його величині стійкість до стресу вважають вищою. Характеристику сортів за стійкістю до стресу доповнює величина  $(Y_1 + Y_2) / 2$ , яка виражає ступінь відповідності між генотипом сорту й різними факторами середовища (генотипова гнучкість) [5].

Також визначали ефект генотипу (різниця між середнім показником кількісної ознаки за набором генотипів і відповідним значенням конкретного генотипу) [9], рівень стійкості до стресу (різниця між мінімальною і максимальною врожайністю), генетичну гнучкість, яка показує ступінь відповідності між генотипом і різними факторами зовнішнього середовища (сума мінімальної та максимальної врожайності, розділена на два) [5, 39, 40]. Статистичний аналіз даних урожайності провели дисперсійним методом за Б. А. Доспеховим [10] і в програмі «Microsoft Excel» [37]. Кластерний аналіз для групування селекційних генотипів за показниками екологічної адаптивності проводили з використанням евклідових відстаней в програмі «Statistica 10».

Метеорологічні умови в перші два роки досліджень характеризувалися недостатньою кількістю опадів в основний період вегетації ярих зернових культур (травень – червень): 2016 р. – 187,2 і 2017 р. – 164,7 мм за середньої багаторічної 280 мм. Температура повітря в усі місяці вегетації без винятку була вищою за середні багаторічні показники. 2018 р. різко виділявся режимом атмосферного зволоження здебільшого за рахунок зливових опадів у I декаді червня (+65 мм до норми). Підвищений рівень опадів також спостерігали в III декаді червня і II декаді липня. Сума опадів за травень – червень становила 338,5 мм, що на 58,5 мм перевищувало багаторічну норму.

**Результати та обговорення.** Аналіз результатів урожайності в роки сортопробування виявив значні відмінності залежно від умов

вегетаційного періоду та в середньому за три роки по групі сортів. Різниця врожайності при вирощуванні в оптимальних умовах порівняно з лімітованими склала 0,68 т/га. Розмах варіації за оптимальних умов був на 0,25 т/га більший, ніж за лімітованих, і склав 1,51 т/га. За середньої врожайності виділялася селекційна лінія 702-1-12 – 4,39 т/га, яка перевищила стандартні сорти Командор і Княжий на 0,70 і 0,60 т/га відповідно. Варіабельність середньої продуктивності була незначною – коефіцієнт варіації склав усього 6,35% (табл. 1).

### 1. Показники екологічної адаптивності генотипів ярого ячменю за ознакою «врожайність зерна» (2016–2018), т/га

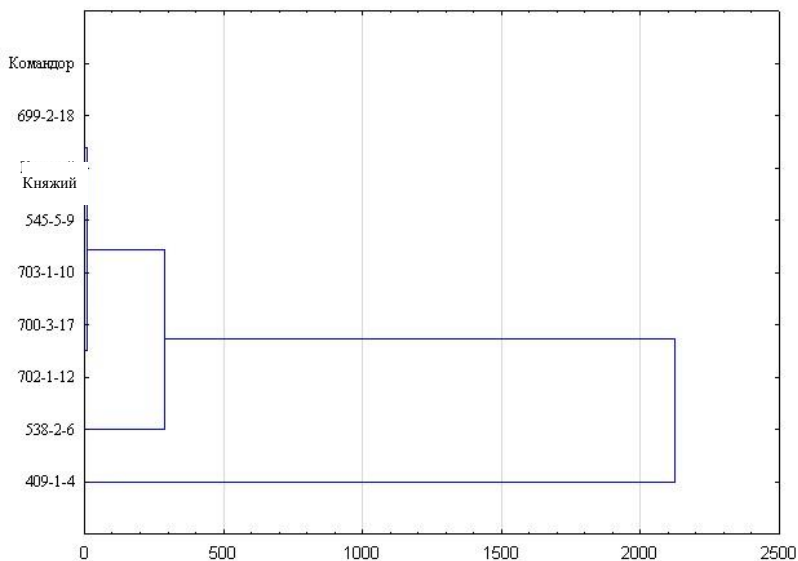
Сорт, селекційний номер	Урожайність, т/га			$Hom_1$	$Hom_2$	$Sc$	ЕФ	СС	ГГ
	$X_{lim}$	$X_{opt}$	$X$						
Командор	3,55	3,86	3,69	86,64	279,47	3,39	-0,09	-0,31	3,71
Княжий	3,73	3,84	3,79	260,73	2370,29	3,68	0,01	-0,11	3,79
545-5-9	3,41	3,97	3,71	48,88	87,29	3,19	-0,07	-0,56	3,69
538-2-6	3,33	3,85	3,62	49,61	95,40	3,13	-0,16	-0,52	3,59
409-1-4	3,56	4,27	3,81	36,40	51,27	3,18	0,03	-0,71	3,92
699-2-18	2,81	4,51	3,73	16,20	9,53	2,32	-0,05	-0,70	3,66
700-3-17	3,10	4,08	3,70	25,94	26,46	2,81	-0,08	-0,92	3,59
702-1-12	4,07	4,98	4,39	37,86	41,61	3,59	0,61	-0,91	4,53
703-1-10	3,39	3,75	3,62	66,39	184,42	3,27	-0,16	-0,36	3,57
Середнє	3,44	4,12	3,78	69,85	349,53	3,17	0,00	-0,57	3,78
Min	2,81	3,75	3,62	16,20	9,53	2,32	-0,16	-0,92	3,57
Max	4,07	4,98	4,39	260,73	2370,29	3,68	0,61	-0,11	4,53
$R$	1,26	1,51	0,79	244,53	2360,76	1,36	0,78	1,03	0,96
$V$ , %	10,50	9,71	6,35	106,81	218,19	12,9			7,94

Примітка.  $X_{lim}$  – мінімальна врожайність;  $X_{opt}$  – максимальна врожайність;  $X$  – середня врожайність;  $Hom_1$  і  $Hom_2$  – показники гомеостатичності,  $Sc$  – селекційна цінність; ЕФ – ефект генотипу, т/га; СС – стресостійкість, т/га; ГГ – генотипова гнучкість, т/га.

Високою гомеостатичністю показника врожайності вирізнялися стандартні сорти Княжий ( $Hom_1 = 260,73$ ;  $Hom_2 = 2370,29$ ) і Командор ( $Hom_1 = 86,64$ ;  $Hom_2 = 279,47$ ). Їм поступався тільки селекційний номер 703-1-10 Командор ( $Hom_1 = 66,39$ ;  $Hom_2 = 184,42$ ). У тих же генотипів ярого ячменю була також висока селекційна цінність ( $Sc$ ) ознаки врожайності від 3,27 у 703-1-10 до 3,68 у сорту Княжий.

Високою селекційною цінністю також відзначена селекційна лінія 702-1-12 (3,59 т/га).

Показник ефекту генотипу дає змогу оцінити продуктивність окремого зразка в досліджуваній серії. Всього лише 3 селекційні генотипи характеризувалися його позитивними значеннями: 702-1-12, 409-1-4 і сорт Княжий, відповідно, 0,61; 0,03 і 0,01 т/га. Максимально негативним ефектом генотипу (-0,16) вирізнялися селекційні лінії 538-2-6 і 703-1-10. Згідно з показником стійкості до стресу підвищеною стресостійкістю володіли сорти Княжий (-0,11), Командор (-0,31) і 703-1-10 (-0,36), а селекційні лінії 700-3-17 (-0,92) і 702-1-12 (-0,91) були нестійкими до стресу за ознакою «врожайність зерна». Максимальна генетична гнучкість ознаки врожайності спостерігалася в селекційних ліній 702-1-12 (4,53), 409-1-4 (3,92) і сортів Княжий (3,79), Командор (3,71 т/га). Мінливість показника генетичної гнучкості в групі досліджуваних генотипів була незначною ( $R = 0,96$  т/га;  $V = 7,94\%$ ).



**Рис. 1. Результати кластерного аналізу екологічної адаптивності генотипів ячменю ярого за ознакою «врожайність зерна» (по горизонталі – евклідові відстані, по вертикалі – номери зразків)**

Кластерний аналіз за даними екологічної пластичності ознаки «врожайність зерна» дає змогу зробити висновок про аналогічну реакцію на зміни умов вирощування сортів Командор, Княжий і селекційних ліній 699-2-18, 545-5-9, 703-1-10, 703-1-10, 700-3-17 та 702-1-12, тоді як лінії 538-2-6 та, особливо, 409-1-4 вирізнялися за екологічною адаптивністю врожайності (рис. 1).

Аналіз урожайності генотипів вівса виявив, що в середньому за три роки найвищу середню продуктивність продемонстрували селекційні лінії 369-6-3, 279-1-3 і 359-1-1 – відповідно, 4,08; 4,02 і 4,00 т/га (табл. 2).

## 2. Показники екологічної адаптивності генотипів вівса за ознакою «врожайність зерна» (2016–2018)

Сорт, селекційний номер	Урожайність, т/га			$b_i$	$S^2_i$	$Hom$	$Sc$	ЕФ	СС	ГГ
	$X_{lim}$	$X_{opt}$	$X$							
Закат	3,33	4,22	3,89	1,15	0,06	31,04	3,07	0,17	-0,89	3,78
Артур	3,38	4,39	3,99	1,09	0,21	29,77	3,07	0,27	-1,01	3,89
112-196	3,57	4,41	3,95	1,05	0,03	36,57	3,20	0,23	-0,84	3,99
279-1-3	3,50	4,60	4,02	1,35	0,02	29,25	3,06	0,300	-1,10	4,05
359-1-1	3,67	4,58	4,00	1,11	0,13	31,60	3,21	0,28	-0,91	4,13
369-6-3	3,48	4,50	4,08	1,30	0,04	31,11	3,16	0,36	-1,02	3,99
407-1	2,22	3,23	2,72	1,23	0,01	14,65	1,87	-1,00	-1,01	2,73
377-1-10	3,35	3,96	3,58	0,67	0,10	38,66	3,03	-0,14	-0,61	3,66
380-1-9	3,43	4,05	3,71	0,80	0,01	43,79	3,14	-1,01	-0,62	3,74
400-2-10	3,64	4,27	3,88	0,80	0,04	45,26	3,33	0,16	-0,60	3,94
405-1-5	2,36	3,56	3,13	1,50	0,13	14,60	2,07	-0,59	-1,20	2,96
Середнє	3,27	4,16	3,72	1,10	0,04	31,48	2,93	-0,09	-0,89	3,71
Min	2,22	3,23	2,72	0,67	0,00	14,60	1,87	-1,01	-1,20	2,73
Max	3,67	4,60	4,08	1,35	0,21	45,26	3,33	0,36	-0,60	4,13
R	1,45	1,37	1,36	0,68	0,21	30,66	1,46	1,37	1,80	1,40

Примітка.  $X_{lim}$  – мінімальна врожайність;  $X_{opt}$  – максимальна врожайність;  $X$  – середня врожайність;  $b_i$  – коефіцієнт регресії;  $S^2_i$  – варіанса стабільності;  $Hom$  – гомеостатичність;  $Sc$  – селекційна цінність; ЕФ – ефект генотипу, т/га; СС – стресостійкість, т/га; ГГ – генотипова гнучкість, т/га.

Коефіцієнт регресії ( $b_i$ ) характеризує середню реакцію сортозразка на зміну умов середовища. Його більше значення вказує на ширшу норму реакції та підвищений рівень пластичності. Згідно з

коефіцієнтом регресії більшість досліджуваних генотипів вівса були достатньо пластичними за ознакою «врожайність зерна», а найвищою пластичністю відзначилися 279-1-3 ( $b_i = 1,35$ ), 369-6-3 ( $b_i = 1,30$ ) та селекційна лінія 407-1 ( $b_i = 1,23$ ) з голозерним типом зерна. Більш стабільна врожайність зерна виявилася в селекційних ліній 380-1-9, 407-1 ( $S^2_i = 0,01$ ) та 279-1-3 ( $S^2_i = 0,02$ ).

При вирощуванні в оптимальних умовах найбільш продуктивні селекційні лінії також були кращими за врожайністю – від 4,50 у 396-6-3 до 4,60 т/га у 279-1-3. За несприятливих умов ( $X_{lim}$ ) лише селекційна лінія 359-1-1 виділялася порівняно вищою продуктивністю (3,67 т/га), а кращими за врожайністю були 400-2-10 (3,64 т/га) і 112-196 (3,57 т/га). Голозерні генотипи 407-1 (Крепыш / AC Belmont) і 405-1-5 (AC Belmont / Крепыш) із середнім врожаєм зерна, відповідно, 2,72 і 3,13 т/га відставали від плівчастих селекційних ліній і стандартних сортів.

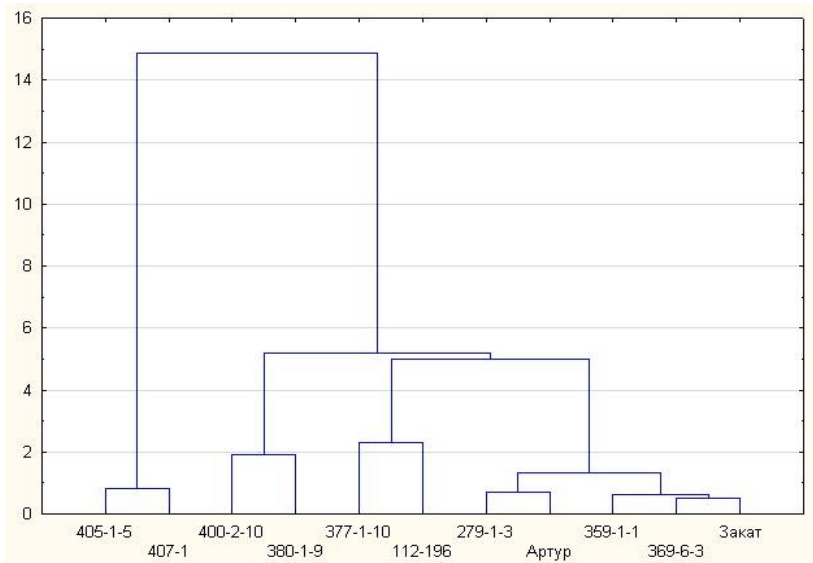
Важливим показником стійкості до несприятливих чинників середовища є гомеостатичність, яка показує здатність генотипів зменшувати наслідки впливу шкідливих біотичних та абіотичних факторів. Висока гомеостатичність ознаки «врожайність зерна» виявилася в менш урожайних генотипів 400-2-10, 380-1-9 і 377-1-10, відповідно, 45,26, 43,79 і 38,66. Селекційна лінія з найвищою гомеостатичністю врожайності (400-2-10) показала й найвищу селекційну цінність (3,33).

Найбільш високопродуктивні генотипи вівса (369-6-3, 279-1-3 і 359-1-1) також мали високі показники ефекту генотипу (0,28–0,36) та генотипової гнучкості (3,99–4,13). Найвищий рівень стресостійкості (–0,60...–0,62) виявився у найбільш гомеостатичних генотипів: 400-2-10, 377-1-10 і 380-1-9.

Перевага методу кластерного аналізу полягає в тому, що його математичний апарат дає змогу знайти й виділити реальне нагромадження об'єктів (точок) в ознаковому просторі на підставі одночасного групування за великою кількістю ознак [13, 14]. Побудова та аналіз дендрограм деталізує інформацію про характер зв'язків між лініями на рівні кластерів і конкретизує зв'язки між генотипами в їхніх межах. Дендрограма являє собою одномірний граф кластерів, побудованих за відстанями генетичних дистанцій. Вони розташовані за ієрархічними рівнями й підкреслюють схожість генотипів за обраною для аналізу сукупністю ознак [14, 22].

Кластерний аналіз дає змогу ідентифікувати генотипи вівса за генетично зумовленою екологічною пластичністю ознаки врожайності (рис. 2).

Формування кластерів у дослідженнях екологічної адаптивності ознаки «врожайність зерна» розпочалося на відстанях генетичних дистанцій менше 1. Найбільш близькими за показниками пластичності та стабільності виявилися селекційні лінії 359-1-1, 369-6-3 і сорт Закат. Наступний близький підкластер сформували сорт Артур і селекційна лінія 279-1-3. Окремий підкластер на дещо більших відстанях утворили лінії 405-1-5 і 407-1, тобто голозерні генотипи. На відстанях генетичних дистанцій, рівних 2 та більше, об'єдналися в підкластери 400-2-10 і 380-1-9 та 377-1-10 і 112-196.



**Рис. 2.** Результати кластерного аналізу екологічної адаптивності генотипів вівса за ознакою «врожайність зерна» (по горизонталі – номери зразків, по вертикалі – евклідові відстані)

**Висновки.** В результаті вивчення 7 селекційних генотипів і 2 стандартних сортів ярого ячменю було визначено екологічну адаптивність за кількісною ознакою «врожайність зерна». Кластерний аналіз за даними екологічної пластичності ознаки «врожайність зерна» ячменю ярого дає змогу зробити висновок про реакцію на зміни умов

вищівання сортів Командор, Княжий і селекційних ліній 699-2-18, 545-5-9, 703-1-10, 703-1-10, 700-3-17 і 702-1-12. Найбільшу генетичну дивергенцію за згаданою ознакою виявили зразки 538-2-6 та 409-1-4. За допомогою кластерного аналізу можна оцінювати генетичну схожість або генетичну віддаленість генотипів вівса за показниками екологічної адаптивності кількісних ознак. За ознакою «врожайність зерна» найбільш близькими за показниками пластичності й стабільності виявилися селекційні лінії 279-1-3, 359-1-1, 369-6-3 та сорти Закат і Артур, які утворили найбільший кластер.

### Список використаної літератури

1. Адаптивні особливості сортів тритикале ярого в умовах Східного Лісостепу України / В. К. Рябчун та ін. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 56–60.
2. Багатосередовищні випробування ячменю ярого за врожайністю та стабільністю / О. А. Демидов та ін. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т. 13. № 4. С. 343–350.
3. Василюк П. М. Оцінка стабільності і пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 1. С. 15–18.
4. Гаврилюк М. М. Селекція та насінництво – основа інтенсифікації галузі рослинництва. *Посібник українського хлібороба*. 2012. С. 24–25.
5. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Вестник РАСХН*. 2005. № 6. С. 49–53.
6. Гудзенко В. В., Васильківський С. П., Поліщук Т. П. Продуктивність та адаптивність зразків генофонду ячменю ярого в багаторічних випробуваннях у Центральному Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 20. С. 31–40.
7. Гудзенко В. М., Василенко Н. В. Стабільність та пластичність зразків ячменю ярого за кількістю зерен з головного колоса. *Вісник Сумського НАУ. Сер.: Агрономія і біологія*. 2012. Вип. 9 (24). С. 161–166.

### References

1. Adaptive specifics of spring triticale cultivars under conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine / V. K. Riabchun et al. *Agrobiologia*. 2017. No. 1. P. 56–60.
2. Multienvironmental experiments on the spring barley by productivity and stability / O. A. Demidov et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Vol. 13. No. 4. P. 343–350.
3. Vasyliuk P. M. Estimates of the stability and plasticity of productivity parameters and of the quality of new cultivars of the winter wheat under conditions of the Forest Steppe of Ukraine. *Cultivar Studies and Protection of Rights for Plant Cultivars*. 2014. No. 1. P. 15–18.
4. Havryliuk M. M. Selection and seed farming – the basis for intensification in the field of horticulture. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2012. Vol. I. P. 24–25.
5. Honcharenko A. A. On the adaptivity and ecological stability of cereal cultivars. *Vestnik of RAAS*. 2005. No. 6. P. 49–53.
6. Hudzenko V. V., Vasylykivskiy S. P., Polishchuk T. P. Productivity and adaptiveness of gene pool specimens of the spring barley in perennial experiments in the Central Forest Steppe of Ukraine. *Genetic Resources of Plants*. 2017. No. 20. P. 31–40.
7. Hudzenko V. M., Vasylenko N. V. Stability and plasticity of specimens of the spring barley by the number of grains in the main ear. *Visnyk of Sumy NAU. Series: Agronomy and Biology*. 2012. Issue 9 (24). P. 161–166.

8. Гудзь Ю. В., Лавриненко Ю. А. Теория и практика адаптивной селекции кукурузы. Херсон : БОРИСФЕН-полиграфсервис, 1997. 168 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, перераб. и доп. Москва, 1985. 351 с.
10. Екологічне сортовипробування ячменю ярого на завершальному етапі селекції / О. А. Демидов та ін. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 4. С. 58–65.
11. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). Кишинев, 1980. С. 587.
12. Кадыров М. А. Оптимизация системы семеноводства в современных условиях. *Вестник семеноводства в СНГ*. 2000. № 2. С. 34.
13. Клімова О. Є. Кластерний аналіз рекомбінантних ліній кукурудзи цукрової за сукупністю селекційних ознак. *Бюлетень Ін-ту зернових культур НААН України*. 2014. № 7. С. 56–63.
14. Коровий В., Захарчук О., Рябий А. З якою ж ефективністю використовуються рослинні ресурси на Вінниччині. *Зерно і хліб*. 2010. № 4. С. 46–48.
15. Ли Ч. Введение в популяционную генетику. Москва : Мир, 1978. 555 с.
16. Маренюк О. Б. Пластичність та стабільність кількісних ознак колекційних зразків ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунтів. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 77–81.
17. Мартынов С. П. Кластерный анализ яровой пшеницы по коэффициентам родства. *Цитология и генетика*. 1989. Т. 24. № 4. С. 37–43.
18. Методика державного сортовипробування сортів на придатність до поширення в Україні: Загальна частина. *Охорона прав на сорти рослин* : офіц. бюлетень. 2003. Вип. 1. Ч. 3. 106 с.
19. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та
8. Gudz Yu. V., Lavrynenko Yu. A. The Theory and Practice of Adaptive Selection of the Corn. Kherson : BORISFEN-poligrafservis, 1997. 168 p.
9. Dospikhov B. A. Methodology of Field Experience (with basics of statistical analysis of field study results). 5<sup>th</sup> edition. Moscow, 1985. 351 p.
10. Ecological cultivar testing of the spring barley at the final stage of selection / O. A. Demidov et al. *Agroecological Journal*. 2017. No. 4. P. 58–65.
11. Zhuchenko A. A. Ecological genetics of cultivated plants (adaptation, recombination, agrobiocoenosis). Chisinau, 1980. P. 587.
12. Kadyrov M. A. Optimization of the system of seed farming in modern conditions. *Vestnik semenovodstva v SNG*. 2000. No. 2. P. 34.
13. Klimova O. Ye. Cluster analysis of recombined lines of the sweet corn by the sum of selective characters. *Bulletin of the Institute of Cereals NAAS of Ukraine*. 2014. No. 7. P. 56–63.
14. Koroviy V., Zakharchuk O., Riabiy A. The effectiveness of use of plant resources of Vinnytsia Oblast, Ukraine. *Seed and Bred*. 2010. No. 4. P. 46–48.
15. Lee Ch. Introduction to Population Genetics. Moskva : Mir, 1978. 555 p.
16. Mareniuk O. B. Plasticity and stability of quantitative characters of collection specimens of the spring barley under conditions of increased soil acidity. *Selection and Seed Farming*. 2014. Issue 106. P. 77–81.
17. Martynov S. P. Cluster analysis of the spring wheat by kinship coefficients. *Cytology and Genetics*. 1989. Vol. 24. No. 4. P. 37–43.
18. Methodology of state cultivar expertise on possible distribution in Ukraine: General part. *Protection of Rights for Plant Cultivars* : official bulletin. 2003. Issue 1. Part 3. 106 p.
19. Methodology of state cultivar expertise of cereals and grain crops. *Protection of Rights for Plant Cultivars* : official bulletin. 2003. Issue 2. Part 3. 214 p.

зернобобових культур. *Охорона прав на сорти рослин* : офіц. бюлетень. 2003. Вип. 2. Ч. 3. 214 с.

20. Москалець Т. З. Прояв стабільності та пластичності генотипів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепового екоотопу. *Вісник Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2015. Т. 13. № 1. С. 51–55.

21. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань) : навч. посіб. Київ, 2012. 448 с.

22. Особливості формування врожайності та прояв ознак продуктивності у сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу / В. В. Базалій та ін. *Таврійський наук. вісник*. 2017. Вип. 97. С 3–12.

23. Порівняльний аналіз статистичних програмних продуктів для кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення / Н. В. Лещук та ін. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13. № 4. С. 429–435.

24. Продуктивність сортів ячменя ярового в екологічному сортоиспытании / П. Н. Солонечный и др. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014. № 4. С. 96–99.

25. Радченко А. Сорт рослин як об'єкт аграрних правовідносин. *Jornalul juridic national: teorie si practica*. 2016. № 1. Ч. 1. С. 73–77.

26. Рівень адаптивності перспективних ліній пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України / В. С. Кочмарський та ін. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 98–116.

27. Рослинництво / В. В. Базалій та ін. Херсон : ФОРМ Д. С., 2015. 520 с.

28. Солонечный П. М. Адаптивний потенціал перспективних ліній ячменю ярого селекції ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН. *Вісник ЦНЗ АПВ Харків. обл.* 2013. Вип. 15. С. 119–125.

29. Солонечный П. М. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів ячменю ярого за продуктивністю. *Вісник Полтавської держ. аграрної акад.* 2014. № 4. С. 48–53.

20. Moskalets T. Z. The stability and plasticity of genotypes of the winter wheat under conditions of forest steppe ecotope. *Proceedings of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*. 2015. Vol. 13. No. 1. P. 51–55.

21. Opria A. T. Statistics (modul version with a programmed form of control) : a handbook. Kyiv, 2012. 448 p.

22. Specifics of yield formation and features of productivity of winter wheat cultivars under conditions of the Southern Steppe / V. V. Bazaliy et al. *Taurida Scientific Bulletin*. 2017. Issue 97. P. 3–12.

23. Comparative analysis of statistical software for qualification expertise of plant cultivars for their possible distribution / N. V. Leshchuk et al. *Cultivar Studies and Protection of Rights for Plant Cultivars*. 2017. Vol. 13. No. 4. P. 429–435.

24. Productivity of spring barley cultivars in ecological cultivar testing / P. N. Solonechnyi et al. *Leguminous and Cereal Plants*. 2014. No. 4. P. 96–99.

25. Radchenko A. Cultivar as an objects of agrarian legal relations. *Jornalul juridic national: teorie si practica*. 2016. No. 1. Part 1. P. 73–77.

26. The level of adaptiveness of perspective lines of the winter wheat under conditions of the Forest Steppe of Ukraine / V. S. Kochmarskyi et al. *Myronivskiy visnyk*. 2016. Issue 2. P. 98–116.

27. Horticulure / V. V. Balazyi et al. Kherson, 2015. 520 p.

28. Solonechnyi P. M. Adaptive potential of perspective lines of the spring barley bred by the Institute of Horticulture of NAAS of Ukraine. *Visnyk CNZ APV Kharkivskoi oblasti*. 2013. Issue 15. P. 119–125.

29. Solonechnyi P. M. Estimation of the adaptive potential and stability of spring barley cultivars by their productivity. *Visnyk of Poltava State Agrarian Academy*. 2014. No. 4. P. 48–53.

30. Cultivar and its role to increase productivity / V. V. Shelepov et al. *Cultivar Studies and Protection of Rights for Plant Cultivars*. 2006. No. 3. P. 114.

30. Сорт і його значення в підвищенні урожайності / В. В. Шелепов та ін. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 114.
31. Стабільність елементів продуктивності сортів ячменю ярого в екологічному випробуванні / П. М. Солонечний та ін. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 194–201.
32. Статистичні параметри адаптивності за урожайністю нових генотипів пшениці м'якої озимої / Л. А. Коломієць та ін. *Вісник Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2009. Т. 7. № 2. С. 198–205.
33. Стрихар А. Є., Танцюра С. Ю. Перспективи розвитку насінництва на Київщині. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 1. С. 35–37.
34. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичність и адаптивність сортов озимой пшеницы. *Науч.-техн. бюллетень ВСГИ*. 1981. Вып. 39. С. 8–14.
35. Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Гомеостатичність та селекційна цінність колекційних зразків пшениці м'якої ярої для умов Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 85–93.
36. Шевченко А. И. Зерновые для себя. *Агровісник України*. 2008. № 5 (28). С. 34–40.
37. Яковлев В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel. Москва : Колос, 2005. 352 с.
38. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. № 6. P. 336–400.
39. GGE biplot взаємодії генотип-середовище сортів ячменю ярого / П. М. Солонечний та ін. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 93–102.
40. Langer I., Frey K., Bailey T. Association among productivity, production response and stability index in oat. *Euphytica*. 1979. Vol. 28. P. 17–14.
31. Stability of elements of productivity of spring barley cultivars in ecological testing / P. M. Solonechnyi et al. *Selection and Seed Farming*. 2014. Issue 105. P. 194–201.
32. Statistical parameters of adaptiveness by productivity of new winter wheat genotypes / L. A. Kolomiets et al. *Visnyk of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*. 2009. Vol. 7. No. 2. P. 198–205.
33. Strykhar A. Ye., Tantsiura S. Yu. Prospects of seed farming development in Kyiv Oblast, Ukraine. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2012. Vol. 1. P. 35–37.
34. Khangildin V. V., Litvinenko N. A. Homeostaticity and adaptiveness of winter wheat cultivars. *Nauchno-tehnicheskyy byulleten VSGI*. 1981. Issue 39. P. 8–14.
35. Khomenko S. O., Fedorenko I. V., Fedorenko M. V. Homeostaticity and breeding value of collection specimens of the spring wheat for conditions of the Forest Steppe of Ukraine. *Myronivskyyi visnyk*. 2016. Issue 3. P. 85–93.
36. Shevchenko A. I. Cereals for ourselves. *Agrovisnyk Ukrainy*. 2008. No. 5 (28). P. 34–40.
37. Yakovlev V. B. Statistics. Calculations in Microsoft Excel. Moscow : Kolos, 2005. 352 p.
38. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. No. 6. P. 336–400.
39. GGE biplot relations genotype-environment of spring barley cultivars / P. M. Solonechnyi et al. *Selection and Seed Farming*. 2014. Issue 106. P. 93–102.
40. Langer I., Frey K., Bailey T. Association among productivity, production response and stability index in oat. *Euphytica*. 1979. Vol. 28. P. 17–14.

Отримано 26.12.2020

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-7

УДК 631.527.22:633.2

**М. М. ХОМ'ЯК, старший науковий співробітник**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,  
81115, e-mail: homyaktariya@ukr.net

## **СКРИНІНГ ЗРАЗКІВ ГРЯСТИЦІ ЗБІРНОЇ (*DACTYLIS GLOMERATA* L.) ЗА КОМПЛЕКСОМ ОЗНАК**

Дослідження проводили у 2016–2019 рр. на дослідному полі Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Матеріалом для досліджень слугували 17 селекційних номерів грястиці збірної різного еколого-географічного походження.

Грястиця збірна як пасовищна трава на культурних пасовищах – кращий літній корм для тварин: вона містить у легкозасвоєній формі всі необхідні поживні речовини, є основним джерелом білка, вітамінів і мінеральних солей. У фазі кущення – початку виходу в трубку злаків (коли скошування ще неможливе) трава за вмістом білка (на суху речовину) не поступається концентрованим кормам, перевищуючи їх за своїми дієтними властивостями. Найбільший збір протеїну, а часто й кормових одиниць із гектара одержують за пасовищного використання травостою, хоча збір сухої маси більший за дворазового скошування на сіно (у фазі початку цвітіння) або триразового на зелений корм (у фазі колосіння).

У результаті вивчення й спостережень за комплексом господарсько цінних ознак грястиці збірної визначено джерела та донори: за зимостійкістю – 10 селекційних номерів; за швидкістю відростання після скошування – 4; за рівномірним ритмом формування зеленої маси – 13; за врожаєм сухої речовини – 15; за насінневою продуктивністю – 12; за вмістом сирого протеїну – 8; за стійкістю до іржі – 3; за кількістю насінин у волоті – 9; за масою 1000 насінин – 7; за масою насіння з однієї волоті – 7 селекційних номерів.

За результатами досліджень із напрацьованим селекційним матеріалом виділено 7 найбільш перспективних селекційних номерів, які перевищують стандарт – сорт Марічка за врожайністю зеленої маси на 4,50–8,70 т/га, врожайністю сухої речовини – 1,54–2,65 т/га та врожайністю насіння – 0,147–0,210 т/га. Деякі з них характеризуються підвищеним вмістом протеїну в сухій речовині на рівні 10,1–12,3%.

Вивчення наявного генофонду колекції грястиці збірної сприяє виявленню джерел та донорів господарсько цінних ознак із метою використання їх у селекційному процесі.

**Ключові слова:** грястиця збірна, сортозразок, селекційний номер, колекційний розсадник, господарсько цінні ознаки, продуктивність.

**Mariia Khomiak**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**Screening of samples of *Dactylis glomerata* L. by complex of signs**

The research was conducted in 2016–2019 on the experimental field of the Peredkarpatsky Department of Scientific Research of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS. The material for the research was 17 selectional numbers of *Dactylis glomerata* L. of different ecological and geographical origin.

*Dactylis glomerata* L., as a grazing grass on cultivated pastures, serves as the best summer fodder for animals: it contains in easily digestible form all the necessary nutrients, is the main source of protein, vitamins and mineral salts. In the tillering phase – the beginning of the tube-emergence in cereals (when mowing is not yet possible), the grass in terms of protein content (dry matter) is not inferior to concentrated feed, exceeding them by dietary properties. The largest collection of protein, and often fodder units per hectare, is obtained by grazing grass use, although the collection of dry mass is greater with two mowings on hay (in the early flowering phase), or three times for green fodder (in the earing phase).

As a result of studying and observing the complex of economically valuable traits of *Dactylis glomerata* L., sources and donors were identified: according to winter-hardiness – 10 selectional numbers; by the rate of regrowth after mowing – 4; by the uniform rhythm of green mass formation – 13; by dry matter yield – 15; by seed productivity – 12; by crude protein content – 8; for rust resistance – 3; by the number of seeds in the panicle – 9; by weight of 1000 seeds – 7; by weight of seeds from one panicle – 7 selectional numbers.

According to the results of research, 7 most promising selectional numbers were identified, which exceed the standard variety Marichka in terms of green mass yield by 4.50–8.70 t/ha, dry matter yield – 1.54–2.65 t/ha and seed yield – 0.147–0.210 t/ha. Some of them are characterized by high protein content in the dry matter at the level of 10.1–12.3%.

The study of the available gene pool of the collection of *Dactylis glomerata* L. helps to identify sources and donors of economically valuable traits in order to use them in the selection process.

**Key words:** *Dactylis glomerata* L., varietal sample, selectional number, collection nursery, economically valuable traits, productivity.

**Вступ.** Серед проблем, на вирішення яких спрямований науковий та практичний потенціал учених, особливо актуальною є забезпечення всезростаючого населення Землі продуктами харчування, а тваринництва – високоякісними кормами. Багаторічні трави – основний об'єкт вивчення кормовиробництва. Тваринництву вони дають корми, рослинництву – ефективні сівозміни й підвищення врожайності зернових та інших культур, землеробству – підвищення родючості ґрунтів, сільськогосподарським землям – стійкість до ерозії і стабільне виробництво продукції. Багаторічні трави давно широко вирощуються в Україні як дешевий і цінний корм для худоби. Серед

них найбільшими потенційними можливостями визначається грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.) або, як її називають, єжа, єжовник, плющиця, вівсюг, німецькою та польською мовами – клубкова трава, англійською, датською, голландською, швейцарською – псяча трава, в Америці вона відома як Orchard grass – садова трава [2, 3, 6, 9, 31, 32]. Грястиця збірна належить до родини злакових *Gramineae* роду *Dactylis*. Вона утворює багаточисленні, добре облиствені стебла висотою 60–150 см, є однаково цінною як для сінокісного, так і пасовищного використання, більш врожайна порівняно з іншими травами, добре переносить затінення [19, 21, 25, 26, 30]. Широкому розповсюдженню грястиці збірної сприяють її позитивні властивості, основні з яких: невибагливість до ґрунту, стабільні щорічні врожаї зеленої маси й насіння, добра реакція на удобрення, особливо азотні, швидке відростання після укосів, посухостійкість [1, 2, 22, 27, 28, 32].

Грястиця збірна як пасовищна трава на культурних пасовищах слугує кращим літнім кормом для тварин: вона містить у легкозасвоюваній формі всі необхідні поживні речовини, є основним джерелом білка, вітамінів і мінеральних солей. У фазі кушення – початку виходу в трубку злаків (коли скошування ще неможливе) трава за вмістом білка (на суху речовину) не поступається концентрованим кормам, перевищуючи їх за своїми дієтичними властивостями. Із ростом і розвитком рослин знижується вміст в траві білка, кальцію, фосфору, каротину та інших життєво необхідних речовин. Найбільший збір протеїну, а часто й кормових одиниць з гектара одержують за пасовищного використання травостою, хоча збір сухої маси більший за дворазового скошування на сіно (у фазі початку цвітіння) або триразового на зелений корм (у фазі колосіння). Отавність грястиці дуже висока. Протягом літа можна збирати 5–6 укосів [4, 8, 17, 23, 29].

Підвищення ефективності кормовиробництва на основі створення нових високопродуктивних форм і сортів кормових трав та збільшення врожайності вже існуючих – одне з актуальних завдань. До найбільш дешевих та ефективних заходів підвищення врожайності багаторічних злакових трав належить запровадження стабільних за врожайністю й екологічно пластичних до умов вирощування нових сортів. Удосконалення наявних і створення якісно нових сортів на основі прогресивних методів інтродукції, селекції, біотехнології та ефективного використання багатой світової видової та сортової різноманітності культурних рослин є важливим чинником підвищення

рентабельності аграрного виробництва загалом і рослинництва та кормовиробництва зокрема. Основою сільського господарства й надалі залишається сорт, який дає змогу в певних природних і виробничих умовах отримувати високі й стабільні врожаї продукції високої якості. Особливо велике значення мають сорти, адаптовані до конкретних агрокліматичних зон вирощування, оскільки вони з найбільшою ефективністю використовують свій генетичний потенціал, а також успішно протистоять несприятливим умовам зовнішнього середовища (низьким і високим температурам, засухам та ін.). Нині основним шляхом одержання таких сортів залишається селекція [2, 7, 20, 24, 29, 33].

**Матеріали і методи.** Матеріалом для досліджень слугували 17 селекційних номерів грятинці збірної різного еколого-географічного походження (табл. 1).

### 1. Характеристика сортозразків грятинці збірної в колекційному розсаднику

№ з/п	Селекційні номери та їх походження	№ з/п	Селекційні номери та їх походження
1	Марічка – St створений методом багаторазового масового добору з дикорослої популяції Єсентуки (занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні)	7	№ 1590 (експедиційний збір № 150, Росія)
		8	№ 1589 (експедиційний збір № 52, Росія)
		9	№ 1588 (експедиційний збір № 35, Росія)
		10	№ 1587 (сорт <i>Cesarina</i> , Італія)
		11	№ 1586 (дикоросла, Росія)
		12	№ 1585 (сорт <i>Yabelska</i> , Югославія)
2	№ 1595 (експедиційний збір № 15, Алтай)	13	№ 1584 (сорт Київська рання, Україна)
3	№ 1594 (дикоросла Kr/15, Крим)	14	№ 1583 (сорт Херсонська рання 1, Україна)
4	№ 1593 (сорт Ізмурдна, Білорусь)	15	№ 1582 (сорт Новинка, Росія)
5	№ 1592 (сорт Олешка 14, Україна)	16	№ 1581 (сорт <i>Borszeki</i> , Угорщина)
6	№ 1591 (сорт Інгулка 17, Україна)	17	№ 1580 (R-409, Україна)

Дослідження проводили в 2015–2019 рр. на дослідному полі лабораторії селекції трав Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Лішня, зона Передкарпаття) на осушених гончарним дренажем дерново-середньопідзолистих поверхнево оглеєних середньокислих суглинкових утворених на делювіальних відкладах ґрунтах, які характеризувалися такими показниками родючості: вміст гумусу в орному (0–20 см) шарі – 1,22%, рН сольової витяжки – 4,6, гідролітична кислотність – 4,23, Нг – 11,8 мг-екв. на 100 г ґрунту (сума ввібраних основ), рухомих форм азоту – 10,8 мг, фосфору – 11,8 мг, обмінного калію – 8,2 мг на 100 г ґрунту.

Агротехніка вирощування грятисці збірної на корм і насіння загальноприйнята для зони. Спосіб сівби – безпокровний. Польові дослідження, спостереження, обліки та проміри проводили згідно з методичними вказівками щодо вивчення світової колекції багаторічних кормових трав [10–15]; експериментальні дані обробляли за Б. А. Доспеховим [5]. Оцінку вихідного матеріалу проводили згідно з «Методологією селекції багаторічних бобових і злакових трав у Передкарпатті» [16].

Кліматичні умови Передкарпаття достатні для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур. Так, тривалість безморозного вегетаційного періоду становить 170–220 днів, сума активних температур +10°C – 2220–2734°C, сума опадів – 640–808 мм. Однак кількість опадів розподілена нерівномірно. На теплий період року припадає приблизно 70% опадів. Найбільш вологими місяцями, за багаторічними даними, є літні, коли випадає приблизно 44% річної норми, що призводить до перезволоження ґрунту та його оглеєння, а зливовий характер опадів – до ерозійних процесів.

Погодні умови 2015–2019 рр. мали низку особливостей. За роки досліджень відзначено істотні відмінності від середніх багаторічних даних суми опадів та температур протягом літніх місяців, що дало змогу більш різносторонньо оцінити показники росту й розвитку грятисці збірної під час вегетації та вплив несприятливих умов довкілля на показники продуктивності.

**Результати та обговорення.** З метою виявлення найбільш пристосованих до ґрунтово-кліматичних умов зони Передкарпаття сортозразків грятисці збірної нами у 2015 р. було закладено колекційний розсадник, в якому вивчалось 17 селекційних номерів грятисці збірної, стандарт – сорт Марічка. У формуванні генотипів грятисці збірної, здатних адаптуватися до скрутних умов вирощування

як наслідків змін клімату, перспективним є використання видового різноманіття. Основні напрями, за якими ведеться селекція грятости збірної, – це кормова продуктивність, якість, стійкість до стресових умов навколишнього середовища. Сучасний сорт грятости збірної має бути орієнтований не тільки на певний рівень забезпечення, а й на те, щоб його основні параметри адаптивності відповідали широкому спектру чинників навколишнього середовища конкретної зони вирощування. Протягом років досліджень (2016–2019) зразки були детально вивчені за ознаками насінневої та кормової продуктивності, біологічними особливостями та морфологічними властивостями.

Після закінчення перезимівлі в посівах грятости збірної спостерігалася густина в межах 197–592 рослин/м<sup>2</sup>. Відростання весною рослин відбувалось у межах 10.03–28.03. Період від посіву до початку сходів у грятости збірної становив 12–14 діб, а до появи повних сходів – 13–16 діб.

При проведенні біометричних вимірів виявлено, що висота рослин грятости збірної змінювалася залежно від сортозразка, метеорологічних показників та умов живлення. Вона в середньому була більш стійкою і коливалась у пасовищно-сінокісної форми від 29 до 66 см, у сінокісної – від 71 до 128 см, довжина вегетативних пагонів (листків) становила від 15 до 67 см. Довжина стеблових листків була від 20 до 26 см. Показник висоти рослин враховуємо при створенні складногібридних популяцій різного типу використання. Для сінокісних сортозразків вона була найбільшою, а для пасовищних – найменшою. Довжина волоті в грятости збірної коливалась від 4 до 21 см. Висота рослин розглядається як генетично достатньо складна ознака. Високорослість є домінантною або частково домінантною ознакою. Вивчення висоти рослин грятости збірної має велике значення в селекційній роботі, адже є одним із непрямих показників урожайності зеленої маси. Висота травостою також слугує одним із критеріїв визначення строків скошування. Повільно росте грятостя збірна в період від початку весняної вегетації до виходу в трубку. Хоча висота рослин у грятости збірної є середньоваріюючою ознакою, її мінливість можна підвищувати завдяки використанню в гібридизації зразків різного еколого-географічного походження. Добовий приріст в середньому за всіма сортозразками за цей період не перевищував 0,4 см. До моменту колосіння приріст у висоту збільшувався і становив 0,7–12 см за добу. Найбільш інтенсивний ріст рослин грятости збірної відмічено в період від повного колосіння до цвітіння, найбільший приріст у висоту за цей час – 2,7 см.

**2. Тривалість міжфазних періодів глястиці збірної в колекційному розсаднику, 2016–2019 рр.**

№ з/п	Селекційний номер	Початок відростання					Кількість діб від початку відростання			до повної стиглості
		2016	2017	2018	2019	до виходу в ґрубок	до виколювання	до цвітіння		
1	Марічка – St	10.03	27.03	28.03	22.03	47	77	86	123	
2	№ 1595	10.03	27.03	28.03	22.03	48	79	90	125	
3	№ 1594	10.03	27.03	28.03	22.03	48	79	90	125	
4	№ 1593	10.03	27.03	28.03	22.03	51	81	92	128	
5	№ 1592	10.03	27.03	28.03	22.03	37	68	76	106	
6	Марічка – St	10.03	27.03	28.03	22.03	47	77	86	123	
7	№ 1591	10.03	27.03	28.03	22.03	48	78	88	125	
8	№ 1590	10.03	27.03	28.03	22.03	49	79	90	125	
9	№ 1589	10.03	27.03	28.03	22.03	51	81	92	128	
10	№ 1588	10.03	27.03	28.03	22.03	39	71	79	108	
11	Марічка – St	10.03	27.03	28.03	22.03	47	77	86	123	
12	№ 1587	10.03	27.03	28.03	22.03	41	74	83	111	
13	№ 1586	10.03	27.03	28.03	22.03	48	78	89	125	
14	№ 1585	10.03	27.03	28.03	22.03	51	81	92	128	
15	№ 1584	10.03	27.03	28.03	22.03	37	68	76	106	
16	Марічка – St	10.03	27.03	28.03	22.03	47	77	86	123	
17	№ 1583	10.03	27.03	28.03	22.03	37	68	76	106	
18	№ 1582	10.03	27.03	28.03	22.03	41	74	83	111	
19	№ 1581	10.03	27.03	28.03	22.03	39	71	79	108	
20	№ 1580	10.03	27.03	28.03	22.03	48	79	90	125	
21	Марічка – St	10.03	27.03	28.03	22.03	47	77	86	123	

Добовий приріст волоті грятости збірної у фазі колосіння становив 1,3–3,5 мм. Період від початку відростання до сінокісної стиглості (перший укіс) у грятости збірної склав 69–75 діб.

На основі одержаних даних матеріал був умовно розділений на 3 групи: ранньостиглу – 106–108 діб (29%), середньостиглу – 111 діб (12%) і пізньостиглу – 123–128 діб (59%) (табл. 2).

Вивчення селекційних номерів грятости збірної виявило, що в середньому за чотири роки обліку врожайність зеленої маси в стандарту Марічка становила 34 т/га. За цією ознакою його перевищили на 0,10–8,70 т/га 13 селекційних номерів. Найвищою вона була в селекційних номерів 1587 (40,5 т/га) і 1593 (41,4 т/га), що, відповідно, перевищили стандарт на 8,70 і 7,60 т/га. Врожайність зеленої маси – ознака, яка має найбільш важливе практичне значення і в напрямі якої ведеться селекція грятости збірної. Вона залежить від співвідношення кількості вегетативних і генеративних пагонів, від висоти травостою та інших показників. За результатами досліджень колекцію зразків грятости збірної було умовно розділено на низькорослі – зразки з висотою 101,3–109,2 см (18%), середньорослі – 115,3–120,2 см (29%), високорослі – вище 120,2 см (53%).

Найціннішим компонентом вегетативної маси є листки, адже саме в них міститься найбільша кількість протеїну, органічно-мінеральних речовин і вітамінів. Порівняно зі стеблами, які, навпаки, мають у своєму складі більше клітковини, листя містить у 2–3 рази більше протеїну та мінеральних речовин.

Облиствленість – одна з основних ознак, яка характеризує цінність сорту. Від ступеня облиствленості залежить урожайність зеленої маси грятости збірної: чим вища облиствленість, тим вища, як правило, врожайність. У середньому за чотири роки вивчення найкращу облиствленість мали селекційні номери 1587 (78,2%) і 1593 (77,1%), що вище стандарту на 9,5–8,4%. За результатами дослідження колекцію грятости збірної було умовно розділено на сортозразки, які мали низький рівень облиствленості – 61,8–65,9% (24%), сортозразки, які мали середній рівень облиствленості – 66,3–69,5% (47%), та сортозразки з високою облиствленістю – 71,3–78,2% (29%) (табл. 3).

За врожаєм сухої речовини стандарт перевищили 15 сортозразків на 0,23–2,64 т/га. Найвищий врожай сухої речовини забезпечили такі селекційні номери: 1595 (10,76 т/га), 1593 (11,06 т/га), 1587 (10,82 т/га), 1585 (10,09 т/га) і 1584 (10,90 т/га).

**3. Продуктивність та її структурні елементи сортозразків грятости збірної в колекційному розсаднику, середнє за 2016–2019 рр.**

Селекційний номер	Висота рослин, см	Добовий приріст (повне колосіння – цвітіння), см	Облист-вльність, %	Урожайність зеленої маси	
				т/га	± до St
Марічка – St	120,2	2,1	68,7	34,4	–
№ 1595	116,4	2,4	67,4	36,9	+2,50
№ 1594	119,1	2,7	68,4	38,1	+3,70
№ 1593	125,9	2,1	77,1	41,4	+7,60
№ 1592	121,8	2,2	71,3	38,3	+4,50
Марічка – St	120,2	2,1	68,7	33,8	–
№ 1591	122,5	2,3	66,8	34,5	+0,70
№ 1590	108,4	2,6	64,4	33,3	-0,50
№ 1589	124,6	2,5	69,2	36,3	+4,50
№ 1588	127,4	2,5	75,8	38,4	+6,60
Марічка – St	120,2	2,1	68,7	31,8	–
№ 1587	129,8	2,2	78,2	40,5	+8,70
№ 1586	122,6	2,7	69,5	36,3	+4,50
№ 1585	119,4	2,4	65,9	37,5	+0,10
№ 1584	123,4	2,2	67,9	40,1	+2,70
Марічка – St	120,2	2,1	68,7	37,4	–
№ 1583	109,2	2,1	64,9	36,9	-0,50
№ 1582	101,3	2,3	61,8	36,3	-1,10
№ 1581	127,8	2,7	73,2	37,8	+5,30
№ 1580	115,3	2,5	66,3	33,9	+1,40
Марічка – St	120,2	2,1	68,7	32,5	–

НІР <sub>05</sub> 2016	13
2017	22
2018	17
2019	11

Вміст поживних речовин у сортів і дикорослих популяцій пов'язаний із їх походженням. Зміна умов навколишнього середовища, догляду й використання значно впливає на якість корму. Найбільшу поживну цінність у кормових трав мають листки: у них набагато більший вміст білку, ніж в інших органах рослини. Існує думка, що шляхом селекції рослин на облистянність можна підвищити вміст білку в них [18], але є дані, що кореляція між цими ознаками не завжди

позитивна. Аналіз даних кормової цінності сортозразків грятіці збірної свідчить, що в середньому за чотири роки найвищий вміст протеїну був у № 1587 – 12,3% і № 1595 – 12,1% проти 10,6% у стандарту – сорту Марічка. Найнижчим вміст протеїну був у селекційних номерів 1591 (8,7%) і 1585 (8,5%). Найнижчий вміст клітковини забезпечили такі селекційні номери: 1581, 1595, 1593 і стандарт – сорт Марічка. Кормова цінність грятіці збірної пояснюється тим, що вона має значну кількість вегетативних пагонів, на яких більше листків, ніж на генеративних. До того ж листки, особливо на вегетативних пагонах, містять більшу кількість поживних речовин. В середньому за роки досліджень кількість вегетативно-подовжених пагонів у стандарту – сорту Марічка становила 29 шт. на куш, а в сортозразка № 1587 (сорт *Cesarina*, Італія) – до 66 шт. на куш.

За результатами досліджень колекцію грятіці збірної було умовно розділено на сортозразки, які мали низький вміст протеїну – 8,5–9,8% (35%), середній – 10,1–10,9% (35%) і високий – 11,5–12,3% (30%). З даних таблиці 4 видно, що за кормовою цінністю найкращими виявилися селекційні номери 1595 (експедиційний збір № 15, Алтай) і 1587 (сорт *Cesarina*, Італія).

#### 4. Поживна цінність сортозразків грятіці збірної в колекційному розсаднику, середнє за 2016–2019 рр.

Селекційний номер	Врожайність сухої речовини		Вміст в сухій речовині			
	т/га	± до St	протеїну, %	жиру, %	золи, %	клітковини, %
1	2	3	4	5	6	7
Марічка – St	9,53	–	10,6	2,10	6,4	26,5
№ 1595	10,76	+1,23	12,1	2,19	5,8	26,3
№ 1594	8,79	–0,74	9,8	2,50	5,9	29,1
№ 1593	11,06	+2,63	11,7	2,22	6,6	26,1
№ 1592	9,09	+0,66	10,8	2,35	6,1	29,2
Марічка – St	8,43	–	10,6	2,10	6,4	26,5
№ 1591	8,82	+0,39	8,7	2,36	6,6	29,5
№ 1590	8,77	+0,34	9,5	2,22	6,4	26,6
№ 1589	9,81	+1,64	10,1	2,20	5,9	29,5
№ 1588	9,93	+1,76	11,7	2,68	7,9	28,2
Марічка – St	8,17	–	10,6	2,10	6,4	26,5

1	2	3	4	5	6	7
№ 1587	10,82	+2,65	12,3	2,66	6,0	25,6
№ 1586	9,71	+1,54	10,7	2,22	5,5	28,2
№ 1585	10,09	+1,55	8,5	2,45	7,27	29,1
№ 1584	10,90	+2,36	9,5	3,07	7,61	26,9
Марічка – St	8,54	–	10,6	2,10	6,4	26,5
№ 1583	8,94	+0,40	9,7	2,25	7,85	28,0
№ 1582	8,77	+0,23	10,1	2,23	7,51	27,1
№ 1581	9,81	+1,07	11,5	1,84	6,2	26,2
№ 1580	9,02	+0,28	10,9	2,23	7,63	27,8
Марічка – St	8,74	–	10,6	2,10	6,4	26,5
НІР <sub>ос</sub> 2016	2,1					
2017	3,1					
2018	2,4					
2019	1,8					

Насіннева продуктивність є досить важливою ознакою. Високі врожаї насіння не завжди сумісні з високими кормовими властивостями. Іноді потрібно жертвувати урожайністю насіння на користь кращого врожаю кормової маси. Але в останні роки виведено сорти, які поєднують високу насінневу продуктивність із гарним врожаєм кормової маси. Урожай насіння може значною мірою підвищуватися різними агротехнічними прийомами. Оцінка генетичних відмінностей вихідного матеріалу дає змогу створити нові сорти, які забезпечать високий рівень урожайності насіння в умовах змін клімату.

Кількість генеративних пагонів належить до важливих елементів насінневої продуктивності грятости збірної. Число репродуктивних пагонів на рослину й маса насіння з кожного пагона визначають масу насіння з однієї рослини, тому вивчення цієї ознаки має важливе значення в селекційно-генетичних дослідженнях кількісних ознак грятости збірної. Ця ознака в колекційних сортозразках коливалася в межах 3–21 шт./кущ. Стандарт – сорт Марічка мав 19 генеративних пагонів. Сортозразок № 1587 (сорт *Cesarina*, Італія) – 28 шт./кущ. У середньому за чотири роки вивчення кількість генеративних пагонів у цього зразка коливалася в межах 5–36 шт./кущ.

За врожаєм насіння в середньому за чотири роки стандарт перевищили 12 селекційних номерів на 0,010–0,210 т/га. Найвищий врожай насіння забезпечили селекційні номери 1595 (0,563 т/га), 1588

(0,550 т/га) і 1587 (0,568 т/га). Згадані сортозразки перевищили стандарт, відповідно, на 0,201; 0,192 і 0,210 т/га. Стандарт – сорт Марічка в середньому за чотири роки забезпечив урожай насіння 0,438 т/га (табл. 5).

### 5. Насіннева продуктивність і структура врожаю сортозразків грятости збірної в колекційному розсаднику, середнє за 2016–2019 рр.

Селекційний номер	Кількість насінин в одній волоті, шт.	Довжина волоті, см	Маса насіння з однієї волоті, мг	Маса 1000 насінин, г	Врожайність насіння	
					т/га	± до St
Марічка – St	266	18,8	221	1,08	0,362	–
№ 1595	249	20,6	203	1,04	0,563	+0,201
№ 1594	226	19,4	195	1,00	0,482	+0,120
№ 1593	280	19,0	234	1,19	0,590	+0,078
№ 1592	329	17,8	273	1,21	0,622	+0,110
Марічка – St	312	18,4	242	1,15	0,512	–
№ 1591	284	18,6	223	1,09	0,490	–0,022
№ 1590	249	18,8	196	1,01	0,462	–0,050
№ 1589	321	19,0	257	1,20	0,320	–0,038
№ 1588	294	19,0	233	1,16	0,550	+0,192
Марічка – St	250	19,2	202	1,01	0,358	–
№ 1587	258	19,2	200	1,00	0,568	+0,210
№ 1586	235	19,4	179	0,95	0,510	+0,152
№ 1585	241	19,4	186	0,98	0,637	+0,147
№ 1584	287	18,8	220	1,11	0,500	+0,010
Марічка – St	277	18,0	201	1,03	0,490	–
№ 1583	276	17,8	199	1,02	0,640	+0,150
№ 1582	236	18,0	179	0,97	0,517	+0,027
№ 1581	328	18,6	265	1,18	0,445	–0,025
№ 1580	292	19,2	224	1,12	0,590	+0,120
Марічка – St	236	19,0	168	0,92	0,470	–

НІР <sub>05</sub>	2016	0,11
	2017	0,14
	2018	0,11
	2019	0,10

Одним з елементів, який впливає на врожай насіння, є довжина волоті. В середньому за чотири роки вона була найвищою в

селекційного номера 1595 і становила 20,6 см, тоді як у стандарту – сорту Марічка – 18,8 см.

Аналіз даних таблиці 5 свідчить, що в середньому за чотири роки використання за кількістю насінин в одній волоті вирізилися № 1592 (329 шт.), 1589 (321 шт.) і 1581 (328 шт.). Маса насіння з однієї рослини – одна з кількісних ознак грядиці збірної, яка характеризує її насінневу продуктивність. Маса насіння з однієї волоті була найбільшою в сортозразків № 1592 (273 мг) і 1581 (265 мг). За масою 1000 насінин найкращі показники мали № 1592 (1,21 г) і 1589 (1,20 г).

У результаті вивчення і спостережень за комплексом господарсько цінних ознак грядиці збірної визначено джерела та донори: за зимостійкістю – 10 селекційних номерів; за швидкістю відростання після скошування – 4; за рівномірним ритмом формування зеленої маси – 13; за врожаєм сухої речовини – 15; за насінневою продуктивністю – 12; за вмістом сирого протеїну – 8; за стійкістю до іржі – 3; за кількістю насінин у волоті – 9; за масою 1000 насінин – 7; за масою насіння з однієї волоті – 7 селекційних номерів.

**Висновки.** За результатами досліджень із напрацьованого селекційного матеріалу виокремлено 7 найбільш перспективних селекційних номерів, які перевищують стандарт – сорт Марічка за врожайністю зеленої маси на 4,50–8,70 т/га, врожайністю сухої речовини – 1,54–2,65 т/га та врожайністю насіння – 0,147–0,210 т/га. Деякі з них характеризуються підвищеним вмістом протеїну в сухій речовині на рівні 10,1–12,3%.

Вивчення наявного генофонду колекції грядиці збірної сприяє виявленню джерел та донорів господарсько цінних ознак з метою використання їх у селекційному процесі.

#### Список використаної літератури

1. Антипова К. А. Окремі аспекти формування врожайності багаторічних злакових трав на півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 1. С. 107–114.
2. Бабич А. О. Кормові і лікарські рослини в XX–XXI століттях. Київ : Аграрна наука, 1996. 822 с.
3. Багаторічні трави – важлива складова екологічного землеробства і кормовиробництва / Л. К. Антипова та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 35–41.

#### References

1. Antypova K. A. Some aspects of yield formation of perennial grasses in the south of Ukraine. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*. 2015. Vol. 1. P. 107–114.
2. Babych A. O. Fodder and medicinal plants in the XX–XXI centuries. Kyiv : Agrarian Science, 1996. 822 p.
3. Perennial grasses are an important component of ecological agriculture and fodder production / L. K. Antypova et al. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*. 2018. Vol. 4. P. 35–41.

4. Драгавцев В. А. О путях создания теоремы селекции и технологий эколого-генетического повышения продуктивности и урожая растений. *Фактори експериментальної еволюції організмів* : зб. наук. пр. 2013. Т. 12. С. 38–42
4. Dragavtsev V. A. On the ways of creating a selection theorem and technologies of ecological and genetic increase of plant productivity and yield. *Factors of experimental evolution of organisms: coll. science. etc.* 2013. T. 12. P. 38–42.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
5. Dospikhov B. A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Ed. 5th, ext. and rework. Moscow, 1985. 351 p.
6. Значение кормопроизводства для продовольственной и экологической безопасности страны / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева. *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем* : сб. научн. трудов. Москва : Угрешская типография, 2014. Вып. 1 (49). С. 16–23.
6. The importance of forage production for the food and environmental safety of the country / V. M. Kosolapov, I. A. Trofimov, L. S. Trofimova, E. P. Yakovleva. *Multifunctional adaptive forage production: environment-forming functions of forage plants and ecosystems*: Collection of scientific papers. Moscow : Ugreshskaya Printing House, 2014. Issue 1 (49). P. 16–23.
7. Клочкова Н. Л., Теличко О. Н., Скалозуб О. М. Оценка гибридных образцов многолетних злаковых трав в условиях Приморского края. *Аграрная Россия*. Москва, 2020. № 9. С. 8–11.
7. Klochkova N. L., Telichko O. N., Skalozub O. M. Evaluation of hybrid samples of perennial grasses in the Primorsky Territory. *Agrarian Russia*. Moscow, 2020. No. 9. P. 8–11.
8. Косолапов В. М., Пилипко С. В. Основные методы и результаты селекции многолетних трав. *Кормопроизводство*. Москва, 2018. № 2. С. 23–26.
8. Kosolapov V. M., Pilipko S. V. The main methods and results of selection of perennial grasses. *Feed production*. Moscow, 2018. No. 2. P. 23–26.
9. Кохан, А. В., Мариніч Л. Г., Барилко М. Г. Селекція та насінництво однорічних і багаторічних кормових трав: теоретичні та практичні аспекти : монографія. Полтава : Астрада, 2018. 196 с.
9. Kokhan A. V., Marinich L. H., Barylko M. H. Selection and seed production of annual and perennial forage grasses: theoretical and practical aspects : monograph. Poltava : Astraya, 2018. 196 p.
10. Методика проведения экспертизы сортов на видимость, однородность та стабільність (ВОС) (кормові культури) / Укр. ін-т експертизи сортів рослин. Київ, 2001. 70 с.
10. Methods of examination of varieties for distinctiveness, homogeneity and stability (VOS) (fodder crops) / Ukrainian Institute of Plant Variety Examination. Kyiv, 2001. 70 p.
11. Методика проведения экспертизы сортов рослин групи технічних та кормових на придатність до поширення в Україні (ПСР) / за ред. С. О. Ткачик. Київ, 2017. 71 с.
11. Methods of examination of plant varieties of technical and fodder groups for suitability for distribution in Ukraine (PSP) / ed. S. O. Tkachyk. Kyiv, 2017. 71 p.
12. Методика формирования коллекций польових культур за стійкістю до біотичних чинників / В. П. Петренко та ін. Харків. 2015. 111 с.
12. Methods of forming collections of field crops for resistance to biotic factors / V. P. Petrenkova et al. Kharkiv, 2015. 111 p.
13. Methodological instructions for studying the world collection of perennial

13. Методические указания по изучению мировой коллекции многолетних кормовых трав / П. А. Лубенец и др. Москва, 1971. 24 с.
14. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов и др. Москва : РГАУ – МСХА, 2012. 53 с.
15. Методические указания по селекции многолетних трав / П. А. Вошинин и др. Москва, 1978. 130 с.
16. Методология селекції багаторічних бобових і злакових трав у Передкарпатті : метод. рекоменд. / Г. С. Коник та ін. Оброшино, 2015. 100 с.
17. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России / С. В. Сапрыкин, В. Н. Золотарев, И. С. Иванов и др. Воронеж : Воронежская областная типография, 2020. 496 с.
18. Осипова Г. М. Кострец безостый (особенности биологии и селекция в условиях Сибири). Новороссийск, 2006. 228 с.
19. Селекція та насінництво однорічних і багаторічних кормових трав: теоретичні та практичні аспекти : монографія / А. В. Кохан, Л. Г. Марініч, М. Г. Барилко та ін. Полтава : Астрая, 2018. 196 с.
20. Сидорчук І. І., Васильківський С. П., Гладких Є. Ю. Роль природного добору в сучасній селекції. *Фактори експериментальної еволюції організмів* : зб. наук. пр. Київ, 2014. С. 234–237.
21. Спеціальна селекція польових культур : навч. посіб. / В. Д. Бугайов та ін. ; за ред. М. Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. 368 с.
22. Тулинов А. Г., Косолапова Т. В. Продуктивность образцов ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) в условиях Севера. *Кормопроизводство*. Москва. 2018. № 11. С. 32–37.
23. Хом'як М. М. Вивчення сорторазривів грятисти збірної при сінокошеному і пасовищному використанні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 59. С. 173–180.
- forage grasses / P. A. Lubenets et al. Moscow, 1971. 24 p.
14. Methodological instructions for the selection of perennial grasses / V. M. Kosolapov et al. Moscow : RGAU – Moscow Agricultural Academy, 2012. 53 p.
15. Guidelines for the selection of perennial grasses / P. A. Voshhinin et al. Moscow, 1978. 130 p.
16. Methodology of selection of perennial legumes and cereals in the Precarpathians : method. rekomend. / H. S. Konyk et al. Obroshino, 2015. 100 p.
17. Scientific basis for breeding and seed production of perennial grasses in the Central Black Earth region of Russia / S. V. Saprykin, V. N. Zolotarev, I. S. Ivanov et al. Voronezh : Voronezh Regional Printing House, 2020. 496 p.
18. Osipova G. M. *Bromus inermis* L. (peculiarities of biology and breeding in Siberia). Novorossiysk, 2006. 228 p.
19. Selection and seed production of annual and perennial forage grasses: theoretical and practical aspects : monograph / A. V. Kokhan, L. H. Marinich, M. H. Barylko et al. Poltava : Astraya, 2018. 196 p.
20. Sydorchuk I. I., Vasylykivskiy S. P., Hladkikh Ye. Yu. The role of natural selection in modern selection. *Factors of experimental evolution of organisms* : collection of scientific works. Kyiv, 2014. P. 234–237.
21. Special selection of field crops: a textbook / V. D. Buhaiov et al ; ed. by M. Ya. Molotkoho. Bila Tserkva, 2010. 368 p.
22. Tulinov A. G., Kosolapova T. V. Productivity of specimens of *Dactylis glomerata* L. in the North. *Feed production*. Moscow, 2018. No. 11. P. 32–37.
23. Khomiak M. M. Study of *Dactylis glomerata* L. cultivars for hay and pasture use. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. 2016. Issue 59. P. 173–180.
24. Khomiak M. M. Influence of climate on the duration of the vegetation period *Dactylis glomerata* L. in the

24. Хом'як М. М. Вплив клімату на тривалість вегетаційного періоду грятости збірної в умовах Передкарпаття. *IX Міжнар. симпозиум з проблеми «Клімат орних земель». Метеорологія і кліматологія застосування – теорія, практика, інновації, присвячений ювілеєві наукової діяльності професора Юзефа Колодія* (21–24 вересня 2016 р. Люблін – Замость – Львів). 2016. С. 16.
25. Шпаков А. С., Воловик В. Т. Основные факторы продуктивности кормовых культур. *Кормопроизводство*. 2012. № 6. С. 17–19.
26. Шпаков А. С. Средообразующая роль многолетних трав и системы ведения хозяйств в Нечерноземной зоне. *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство* : сб. науч. тр. Вып. 5 (53) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. П. Вильямса». Москва : Угрешская типография, 2015. С. 120–129.
27. Щипак Г. В., Святченко С. І., Непочатов М. І. Оцінка сортозразків тритикале озимого за екологічною пластичністю та стабільністю основних ознак продуктивності. *Вісник Центру наук. забезпечення АПВ Харків. обл.* 2014. Вип. 16. С. 247–256.
28. Evaluation of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) collection of different geographical origin in the Leningrad region / N. Malysheva, A. Soloveva, T. Dyubenko et al. *Research for rural development*. 2019. Vol. 2. P. 77–82.
29. Farshadfar M. Diversity and relationships of yield and quality traits in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) genotypes. *Journal of Rangeland Science*. 2017. Vol. 7. Issue 3. P. 210–219.
30. Genetic Diversity and Association of EST-SSR and SCoT Markers with Rust Traits in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) / H. Yan, Y. Zhang, B. Zeng et al. *Molecules*. 2016. No. 21(1). 66 p.
31. Genetic diversity and structure of natural *Dactylis glomerata* L. populations revealed by morphological and microsatellite-based (SSR/ISSR) markers / P. Madesis, E. M. Abraham, A. Kalivas et al. *Genetics of Precarpathia. IX International Symposium on the problem "Climate of arable lands". Meteorology and climatology of application – theory, practice, innovation, dedicated to the Jubilee of the scientific activity of Professor Józef Kolodij* (September 21–24, 2016, Lublin – Zamost – Lviv). 2016. P. 16.
25. Shpakov A. S., Volovik V. T. The main factors of the productivity of forage crops. *Feed production*. 2012. No. 6. P. 17–19.
26. Shpakov A. S. Environment-forming role of perennial grasses and farming systems in the Non-Chernozem zone. *Multifunctional adaptive forage production* : collection of scientific articles / FGBNU "Research Institute of feed named after V. R. Williams". Moscow : Ugreshskaya Printing House, 2015. No. 5 (53). P. 120–129.
27. Shchypak H. V., Sviatchenko S. I., Nepochatov M. I. Estimation of winter triticale cultivars by ecological plasticity and stability of the main signs of productivity. *Bulletin of the Center for Scientific Support of the APV of Kharkiv region*. 2014. Vol. 16. P. 247–256.
28. Evaluation of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) collection of different geographical origin in the Leningrad region / N. Malysheva, A. Soloveva, T. Dyubenko et al. *Research for rural development*. 2019. Vol. 2. P. 77–82.
29. Farshadfar M. Diversity and relationships of yield and quality traits in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) genotypes. *Journal of Rangeland Science*. 2017. Vol. 7. Issue 3. P. 210–219.
30. Genetic Diversity and Association of EST-SSR and SCoT Markers with Rust Traits in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) / H. Yan, Y. Zhang, B. Zeng et al. *Molecules*. 2016. No. 21 (1). 66 p.
31. Genetic diversity and structure of natural *Dactylis glomerata* L. populations revealed by morphological and microsatellite-based (SSR/ISSR) markers / P. Madesis, E. M. Abraham, A. Kalivas

*and Molecular Research*. 2014. No. 13 (2). P. 4226–4240.

32. Morphological and genetic characteristics of hybrid combinations of *Dactylis glomerata* / Y. F. Zhao et al. *Genetics and Molecular Research*. 2014. No. 13 (2). P. 2491–2503.

33. Salehi Shanjani P., Jafari A. A., Kohi L. Genetic variation and relationships between local and exotic germplasm of *Dactylis glomerata*, based on morphological and protein markers. *Romanian Agricultural Research*. 2012. No. 29. P. 103–113.

et al. *Genetics and Molecular Research*. 2014. No. 13 (2). P. 4226–4240.

32. Morphological and genetic characteristics of hybrid combinations of *Dactylis glomerata* / Y. F. Zhao et al. *Genetics and Molecular Research*. 2014. No. 13 (2). P. 2491–2503.

33. Salehi Shanjani P., Jafari A. A., Kohi L. Genetic variation and relationships between local and exotic germplasm of *Dactylis glomerata*, based on morphological and protein markers. *Romanian Agricultural Research*. 2012. No. 29. P. 103–113.

Отримано 03.01.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-8

УДК 632.51:633.18

**Л. М. ЦІЛИНКО, науковий співробітник**

Інститут рису НААН

вул. Студентська, 11, с. Антонівка Скадовського р-ну Херсонської обл.,  
75705, e-mail: tsilinkoluba@ukr.net

## **ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮВАННЯ ПРОСА ПІВНЯЧОГО – *ECHINOCHOLOA CRUS – GALLI (L.) PAL. BEAUV* У ПОСІВАХ РИСУ ПОСІВНОГО – *ORYZA SATIVA (L.)***

Вирощування посівів рису посівного порівняно з іншими зерновими культурами має свою специфіку. Поєднання наявності тепла, води, інтенсивного освітлення й високого агрофону в рисових чеках сприяє успішній вегетації не лише посівів рису, а й багатьох видів бур'янів. Тому захист посівів рису від бур'янів є актуальним питанням.

Метою досліджень був аналіз недоліків і розроблення шляхів підвищення ефективності систем захисту посівів рису від бур'янів.

Досліди були польовими дрібноділянковими, їх проводили у 2018–2020 рр. у посівах (рисових чеках) Інституту рису НААН України. (с. Антонівка Скадовського р-ну Херсонської обл.). Розмір посівної дослідної ділянки 66 м<sup>2</sup>, облікової 50 м<sup>2</sup>. Досліди мали 4-разову повторність. Обліки та аналізи проводили відповідно до специфіки вимог «Методики випробування й застосування пестицидів» за редакцією професора С. О. Трибеля, Методів досліджень ґрунтів і рослин та Методики проведення досліджень у буряківництві. Урожайність посівів рису визначали шляхом суцільного збирання облікових ділянок на всіх повтореннях варіантів спеціальним селекційним комбайном «Сампо-2000».

Потенційна засміченість ґрунту з рисових чеків у горизонті 0–10 см становить 12 987,8 шт./м<sup>2</sup> живого насіння бур'янів, у тому числі проса півнячого 1381,0 шт./м<sup>2</sup>.

Внесені з адсорбентами гербіциди в ґрунті знижували кількість сходів бур'янів у посівах рису. «Фронт'єр опіма», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га з адсорбентом знижував чисельність сходів бур'янів на 77,1%, у тому числі проса півнячого – на 77,2%. Гербіцид «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га з адсорбентом знижував рівень забур'яненості на 80,3%, у тому числі проса півнячого – на 81,8%.

Наявність адсорбентів біля рослин рису істотно підвищувала рівень селективності гербіцидів, проте навіть за таких умов були зафіксовані прояви фітотоксичності гербіцидів до рослин культури. Найвищий у дослідів рівень фітотоксичності був у гербіциду «Фронт'єр опіма», 72 к. е., в нормі витрати 1,2 л/га з адсорбентом. Зниження густоти стояння рослин рису сягало в

середньому 35,1%. Найменший прояв фітотоксичності мав гербіцид «Даул голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га з адсорбентом. Зниження густоти стояння було 16,9%.

Серед гербіцидів, які застосовували по сходах бур'янів у посівах рису, найвищий рівень ефективності дії проявляли: «Дівікстон», 25NeoEC, у нормі витрати 1,2 л/га (загальне зниження забур'яненості 93,2%; рівень урожайності посівів рису був 8,72 т/га, або 76,3%); «Топшот», 1130Д м. д., у нормі витрати 3,0 л/га (загальне зниження забур'яненості 90,2%; рівень урожайності посівів рису був 6,91 т/га, або 60,5% від максимального у досліді – 11,43 т/га).

Перспективним шляхом підвищення рівня селективності гербіцидів до рослин рису та біохімічної активності до злакових видів бур'янів, у першу чергу проса півнячого, є використання фізичних адсорбентів. Їх раціональне внесення в рядки рослин культури дає змогу підвищити селективність ґрунтових препаратів, досягти їх високого захисного ефекту в поєднанні з дією гербіцидів по сходах та отримати високий урожай посівів рису.

**Ключові слова:** рис, бур'яни, гербіциди, врожайність, фітотоксичність.

### **Liubov Tsilinko**

Rice Institute of NAAS

### **Features of control of rooster millet – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. in crops of sown rice – *Oryza sativa* L.**

Cultivation of rice in contrast to other cereals has its own specifics. The combination of heat, water, intense lighting and a high agrobacground in rice checks contributes not only to the successful vegetation of rice crops, but also to many types of weeds. Therefore, the protection of rice crops from weeds is an important issue.

The aim of the research was to analyze the shortcomings and develop ways to increase the effectiveness of weed control systems for rice crops.

The experiments were small-scale field experiments conducted in 2018–2020 in crops (rice checks) of the Rice Institute of NAAS of Ukraine. (Antonivka village, Skadovsk district, Kherson region). The size of the sown experimental plot was 66 m<sup>2</sup>, the accounting area was 50 m<sup>2</sup>. The experiments were repeated 4 times. Accounting and analysis were performed in accordance with the specifics of the requirements "Methods of testing and application of pesticides" edited by Professor S.O. Tribel, Methods of research of soils and plants and Methods of carrying out researches in beet growing. Yield of rice crops was determined by continuous harvesting of accounting plots on all repetitions of variants with a special selection combine "Sampo-2000".

The potential contamination of the soil from rice checks in the horizon 0–10 cm is 12987.8 pcs/m<sup>2</sup> of live weed seeds, including rooster millet 1381.0 pcs/m<sup>2</sup>.

Herbicides applied to the soil with adsorbents reduced the number of weed seedlings in rice crops. Frontier Opima, 72 k.e. at a rate of 1.2 l/ha with adsorbent

reduced the number of weed seedlings by 77.1%, including millet rooster by 77.2%. Dual Gold Herbicide, 960 EC at a rate of 1.4 l/ha with adsorbent reduced weed levels by 80.3%, including rooster millet by 81.8%.

The presence of adsorbents near rice plants significantly increased the level of herbicides selectivity, but even under such conditions, the manifestations of phytotoxicity of herbicides to crop plants were recorded. The highest level of phytotoxicity in the experiments was in the herbicide Frontier Optima, 72 k.e. at a rate of 1.2 l/ha. with adsorbent. Reduction in the density of standing rice plants averaged 35.1%. The lowest manifestation of phytotoxicity was in the herbicide Daul Gold, 960 EC at a rate of 1.4 l/ha with adsorbent. The decrease in standing density was 16.9%

Among the herbicides used on weed seedlings in rice crops, the highest level of effectiveness was shown: Divikston, 25 NeoEC at a rate of 12 l/ha. The total weed reduction was 93.2%, the yield of rice crops was 8.72 t/ha or 76.3%, Topshot, 113 OD m.d. at a rate of 3.0 l/ha. Overall weed reduction was 90.2%. The yield of rice crops was 6.91 t/ha or 60.5% respectively from the maximum in the experiments – 11.43 t/ha.

A promising way to increase the level of herbicides selectivity to rice plants and biochemical activity to cereal weeds, especially millet rooster, is the use of physical adsorbents. Their rational introduction into the rows of crop plants allows to increase the selectivity of soil preparations and achieve their high protective effect in combination with the action of herbicides on the seedlings, and to obtain a high yield of rice crops.

**Key words:** rice, weeds, herbicides, yield, phytotoxicity.

**Вступ.** Рис посівний – *Oryza sativa* L. – популярна круп'яна культура, що є важливим компонентом асортименту продовольчого забезпечення населення. Рекомендовані норми споживання рису в нашій країні невеликі й становлять 2,5 кг/рік на людину.

Зона вирощування посівів рису посівного в нашій країні є однією з найбільш віддалених від екватора. Тому технологія вирощування посівів цієї культури в умовах України має свою специфіку [3, 5, 15, 28]. Одним із ключових питань технології вирощування посівів рису є забезпечення їх надійного захисту від негативного впливу бур'янів.

Видовий склад бур'янів у рисових чеках досить різноманітний і поєднує як представників сегетальних видів, так і спеціалізованих болотних. Серед наявних 241 виду бур'янів у посівах рису найбільш характерними і масовими є види, які називають болотними [2, 7, 14, 17, 18]. Рослини таких видів легко витримують періодичне затоплення й потребують практично таких самих умов вегетації, що й рослини рису посівного. У зоні рисосіяння нашої країни це в першу чергу

представники ботанічної родини Тонконогові – *Poaceae*, просо півняче – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv., просо рисове – *Echinochloa oryzicola* Vasing. та інші [11, 21]. Масові також рослини куги гострокінцевої – *Scirpus mucronotus* L., куги розлогої – *Scirpus supines* L., бульбочерету – *Bolboschoenus compactus* Droy. з ботанічної родини Осокові – *Cyperaceae* [7, 22, 23, 31].

Високому рівню потенційної засміченості ґрунту в рисових чеках сприяє надмірна концентрація посівів рису посівного, що порушує науково обґрунтовані рисові сівозміни. Така ситуація сприяє поступовому накопиченню в орному шарі насіння й органів вегетативного розмноження спеціалізованих видів бур'янів, які стають масовими і які складно успішно контролювати традиційними прийомами захисту посівів [12, 13, 19].

У сучасних технологіях інтенсивного вирощування посівів рису як прибуткової культури захист від негативного впливу бур'янів проводять спеціалізованими селективними гербіцидами. За високої концентрації посівів рису й регулярного застосування обмеженого асортименту гербіцидів з ідентичними або близькими сайтами дії на цільові об'єкти – бур'яни розвиваються процеси адаптації дикої рослинності, швидкого формування резистентних популяцій масових видів бур'янів та зниження рівня ефективності заходів захисту [1, 4, 22]. Світова практика вирощування посівів рису доводить, що інтенсивне використання упродовж 7–10 років у посівах рису посівного ефективного гербіциду призводить до реального зниження рівня його здатності захищати рослини культури від потужних конкурентів – бур'янів. Тобто в рисових чеках бур'яни сформували популяції рослин, що адаптувались до діючих речовин гербіциду. Для умов нашої країни, де площі виробничого вирощування цієї цінної продовольчої культури досить обмежені, питання ефективного захисту посівів від негативного впливу бур'янів є дуже актуальними. Присутність бур'янів у посівах рису залежно від ефективності систем захисту посівів знижує рівень урожайності культури на 15–80% і більше [6, 20, 32].

Складність забезпечення високої ефективності заходів захисту посівів рису від бур'янів полягає в поєднанні проявів багатьох факторів. Серед них одним із важливих є специфіка засміченості орного шару ґрунту в рисових чеках насінням та органами вегетативного розмноження бур'янів. Для їх ефективного контролю, крім агротехнічних прийомів, необхідне застосування гербіцидів із відповідною біохімічною спрямованістю дії. У зоні вітчизняного

рисосіяння найбільш масовими видами бур'янів у посівах рису є просо півняче – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. і куга гострокінцева – *Scirpus mucronotus* L.

Застосування для їх контролю гербіцидів, що проявляють біохімічну активність до проростків і сходів рослин з ботанічної родини Тонконогові та Осокові, ускладнене тією обставиною, що рослини рису посівного *Oryza sativa* L. теж належать до ботанічної родини Тонконогові і тому чутливі до дії таких гербіцидів. Виробництву необхідні препарати, здатні в першу чергу контролювати масові бур'яни з ботанічних родин Тонконогові та Осокові та проявляти високий рівень селективності до рослин культури. Досягати такого результату найбільш раціонально шляхом використання відповідних антидотів або адсорбентів, що забезпечать необхідний рівень селективності їх дії [16, 25, 26, 30].

Метою проведених досліджень було оцінювання причин недостатньої ефективності застосування відомих гербіцидів і розроблення шляхів ефективного контролю бур'янів та отримання високих врожаїв рису посівного.

**Матеріали і методи.** Для пошуку шляхів розв'язання актуальної проблеми ефективного захисту посівів рису від бур'янів були заплановані польові досліди, реалізовані у 2018–2020 рр. Дослідження були польовими, дрібноділянковими.

Проводили досліди на дослідних полях Інституту рису НААН України (с. Антонівка Скадовського р-ну Херсонської обл.). Ґрунтово-кліматична зона помірно континентальна, посушлива з достатньою кількістю сонячного світла та тепла для нормального росту й розвитку рослин рису посівного в процесі їх вегетації.

Ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими вторинно осолонцьованими ґрунтами. Ґрунт має добре розвинутий гумусовий профіль. Кипіння від нанесення HCl спостерігається з глибини 70 см. Ґрунт є слабо солонцьоватим. За гранулометричним складом він належить до піщано-середньосуглинкового з перевагою в орному шарі фракції піску. Крупного пилу міститься 30,0, а мулу – 21,74%.

Розмір посівної дослідної ділянки 66 м<sup>2</sup>, облікової 50 м<sup>2</sup>. Досліди закладали у 4-разовій повторності. Розміщення ділянок регулярне у два яруси.

Дослідження передбачали реалізацію таких схем варіантів:

**Схема 1.** Оцінювання ефективності гербіцидів, що діють через ґрунт, і адсорбентів у посівах рису:

1. Посіви рису без застосування гербіцидів (забур'янений контроль).

2. У посівах рису до появи сходів – «Комманд», 48 к. е., у нормі витрати 0,5 л/га.

3. У посівах рису до появи сходів – «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 3,0 л/га + адсорбент.

4. У посівах рису до появи сходів – «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 5,0 л/га + адсорбент.

5. У посівах рису до появи сходів – «Фронт'єр оптіма», 72 к. е., у нормі витрати 0,9 л/га + адсорбент.

6. У посівах рису до появи сходів – «Фронт'єр оптіма», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га + адсорбент.

7. У посівах рису до появи сходів – «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га + адсорбент.

8. У посівах рису до появи сходів – «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га + адсорбент.

9. У посівах рису до появи сходів – «Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,5 л/га + адсорбент.

10. У посівах рису до появи сходів – «Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,7 л/га + адсорбент.

11. Посіви рису із системою послідовних п'яти ручних прополовань бур'янів.

**Схема 2.** Оцінювання ефективності захисної дії гербіцидів по сходах. У посівах рису на фоні попереднього застосування гербіциду «Комманд», 48 к. е., в нормі витрати 0,5 л/га в ґрунт у фазі формування трьох листків рослин рису по сходах бур'янів застосовували такі гербіциди:

1. У посіви рису вносили гербіцид «Дівікстон», 25 TNeoEC, у нормі витрати 1,2 л/га.

2. У посіви рису вносили гербіцид «Цитадель», 25 ОД м. д., у нормі витрати 1,6 л/га.

3. У посіви рису вносили гербіцид «Топшот», 113 ОД м. д., у нормі витрати 3,0 л/га.

4. Посіви рису без застосування гербіцидів (забур'янений контроль).

5. Посіви рису із системою п'яти послідовних ручних прополовань.

Досліди, обліки, спостереження та аналізи проводили відповідно до специфіки вимог «Методики випробування й застосування пестицидів» за редакцією професора С. О. Трибеля [9],

Методів досліджень ґрунту і рослин [8] та Методики проведення досліджень у буряківництві [10].

Для визначення запасу насіння та вегетативних органів розмноження бур'янів у горизонтах орного шару ґрунту рисових чеків на одиницю площі (шт./м<sup>2</sup>) були відібрані зразки відповідно до вимог методики А. Н. Кисельова двічі за сезон: навесні та після збирання врожаю. Відбирали зразки ґрунту за двома діагоналями поля. Поле з площею 18,6 га складалося з 6 чеків, в кожному було відібрано по 2 проби з глибини (0–10, 10–20 і 20–30 см), загальна кількість – 36 проб.

З кожного зразка відбирали по 2 наважки масою 500 г, які на ситах з отворами 0,25 мм відмивали в проточній воді. Відмиті зразки насіння різних видів бур'янів висушували й далі розбирали за видами та підраховували. Отримані цифрові показники аналізували й проводили розрахунок на відповідний горизонт ґрунту орного шару на площі поля в м<sup>2</sup>.

Засміченість ґрунту насінням бур'янів визначали через площу бура за формулою (1):

$$Z_{\text{шт.г.}} = \frac{10\,000 \times K}{\text{П} \times \text{Н}} \quad (1)$$

де  $Z_{\text{шт.г.}}$  – засміченість шару ґрунту насінням бур'янів, шт./м<sup>2</sup>;  $K$  – кількість насіння в зразку, шт.;  $\text{П}$  – площа бура 9,621 см<sup>2</sup>;  $\text{Н}$  – кількість проб, відібраних буром на полі чи ділянці, шт.; 10 000 – площа 1 м<sup>2</sup>.

Насіння, відібране з горизонту ґрунту 10–20 см, було перевірено на життєздатність методом фарбування тетразолом. Для цього згідно з методикою було висіяно по 50 насінин бур'янів у чотирьох повторях на зволоженому фільтрувальному папері, пророщування здійснювали в термостаті за температури +20...+25°C протягом 30 днів. Облік насінин, що проросли, проводили через кожні три доби з наростаючим підсумком.

Після закінчення періоду пророщування в чашки з насінням, яке не проросло, наливали 10 мл 0,5-відсоткового розчину хлорфеніл-тетразолію хлористого і через 24 години експозиції в темному термостаті за температури +20°C визначали під бінокуляр (10-разове збільшення) після роздавлювання насінних оболонок кількість мертвих насінин із коричневим вмістом, а також насіння, що перебувало в ендogenousному спокої (тканини, забарвлені в червоний колір), і тверде насіння в екзогенному спокої з білим кольором тканин (живе насіння).

До насіння, що мало ознаки життя, зараховувати половинки насінин із зафарбованим зародком (у нерозрізаних насінин вони повністю зафарбовані), а також з інтенсивно зафарбованими великими плямами на зародку (корінцях і сім'ядолях).

Мертвими вважали половинки насінин із незафарбованим зародком та зі слабо зафарбованим кінчиком корінця зародку. Живе насіння визначали у відсотках як середнє арифметичне результатів аналізу 2 проб, відхилення між показниками окремих проб допускалося не більше 2% за життєздатності насіння 99–100%; 3% – 97,0–98,9%; 4% – 95,0–96,9%; 5% – 92,0–94,9%. У випадках наявності розбіжності результатів аналізу 2 проб на величину, яка перевищувала прийнятне відхилення, визначення рівня життєздатності насіння повторювали.

Внесення гербіцидів (обприскування) у дослідях здійснювали спеціальним газовим обприскувачем із редуктором постійного тиску на колесах і зі штангою. Розпилювачі щільного типу. Робочий тиск 2,1 атм. Витрата робочої рідини 200 л/га. Гербіциди ґрунтової дії вносили після проведення сівби та до появи сходів рослин культури. По сходах обприскування проводили у фазі формування в рослин рису посівного трьох листків.

Обліки бур'янів здійснювали кількісно-ваговим методом перед обприскуванням посівів по сходах (формування трьох листків у рослин рису) і через 10 діб після проведення заходів захисту. Обліки маси бур'янів у посівах здійснювали на 100-ту добу після появи сходів рису посівного шляхом зрізання надземних частин рослин біля поверхні ґрунту й зважування їх за видами.

Рівень урожайності посівів рису визначали шляхом суцільного збирання облікових ділянок на всіх повтореннях спеціальним селекційним комбайном «Сампо-2000» з перерахунком у т/га.

**Результати та обговорення.** Технологія вирощування посівів рису вимагає комплексного, проте творчого та своєчасного виконання всіх її елементів. Однією з ключових частин такої технології є забезпечення надійного контролю бур'янів у посівах рису. Рисові чеки на відміну від орних земель польового землеробства мають свою специфіку потенційного засмічення орного шару ґрунту насінням і органами вегетативного розмноження бур'янів.

У зоні вирощування посівів рису в нашій країні в структурі потенційного засмічення ґрунту найбільш масовими видами є насіння проса півнячого – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv., куки гострокінцевої – *Scirpus mucronotus* L., бульбоочерету компактного –

*Bolboschoenus compactus* Drop, монохорії Корсакова – *Monochoria Korsakowii* Regel. Et Maack. та ін. Традиційно найбільше проблем для аграріїв створюють численні рослини проса півнячого – *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. Причинами такої ситуації є висока адаптаційна здатність насіння та рослин цього виду витримувати періодичні затоплення рисових чеків водою і складність контролю масових сходів такого виду бур'янів у посівах рису.

Обидва види рослин належать до однієї ботанічної родини Тонконогові, тому гербіциди, здатні контролювати сходи проса півнячого, проявляють біохімічну активність і до рослин культури. Для досягнення необхідного рівня селективності доцільним є застосування відповідних антидотів або фізичних адсорбентів. Препарати, що мають протидводольну спрямованість і селективні до рослин рису, проявляють малу біохімічну активність до рослин найбільш масового виду бур'янів – проса півнячого.

У результаті проведених аналізів у 2018–2020 рр. було визначено рівень потенційної засміченості ґрунту у 0–10 см, що становить в середньому в проса півнячого 1381,0 шт./м<sup>2</sup>. Загальні запаси насіння різних видів бур'янів, що зберігало здатність до проростання в ґрунті, – 12 987,8 шт./м<sup>2</sup>.

Для зниження рівня присутності бур'янів у посівах рису схемою досліджень було передбачено використання гербіцидів ґрунтової дії, що проявляють високу біохімічну активність до проростків і сходів рослин з ботанічної родини Тонконогові. Адсорбенти (подрібнене деревне вугілля) вносили в зону розміщення насіння рису посівного в процесі проведення сівби з таким розрахунком, щоб проросток рослини культури був захищений від контакту з діючою речовиною гербіциду. Гербіциди вносили після сівби.

Рівень захисної дії таких препаратів у посівах рису посівного наведено в таблиці 1.

У схемі, що передбачала застосування різних гербіцидів і норм, найвищий захисний ефект було зафіксовано в посівах варіантів 6, 7 та 8, тобто від застосування гербіцидів «Фронт'єр оптима», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га з адсорбентом, «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га (варіант 7) з адсорбентом та 1,4 л/га (варіант 8) з адсорбентом.

Вибір гербіцидів ґрунтової дії для практичного застосування в посівах рису посівного лише за рівнем ефективності контролювання проростків і сходів бур'янів не завершено. Для отримання позитивного результату в посівах обов'язковими умовами є врахування і

максимальна нейтралізація можливого фітотоксичного побічного ефекту до рослин культури вказаних препаратів. Тому в проведених польових дослідженнях було передбачено обліки й аналіз побічної негативної дії гербіцидів, у першу чергу реакції самих рослин культури (рису посівного) на наявні в ґрунті діючі речовини гербіцидів.

### 1. Рівень ефективності дії ґрунтових гербіцидів з адсорбентами у посівах рису, 2018–2020 рр.

Варіант досліджу	К-сть бур'янів у посівах після застосування гербіцидів, шт./м <sup>2</sup>	Зниження чисельності сходів бур'янів, %	
		усього	у т. ч. проса півнячого
1*	426,5	0,0	0,0
2	230,0	46,1	27,7
3	153,4	64,0	54,9
4	114,7	73,1	67,6
5	125,9	70,4	66,9
6	97,9	77,1	77,2
7	90,4	78,8	79,8
8	84,0	80,3	81,8
9	186,9	56,2	49,7
10	166,0	61,1	51,1
11	0,0	0,0	0,0

НІР<sub>0,05</sub> 28,6

\* Примітка. 1. Посіви рису без застосування гербіцидів (забур'янений контроль).

2. У посівах рису до появи сходів – «Комманд», 48 к. е., у нормі витрати 0,5 л/га.  
 3. У посівах рису до появи сходів – «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 3,0 л/га + адсорбент.  
 4. У посівах рису до появи сходів – «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 5,0 л/га + адсорбент.  
 5. У посівах рису до появи сходів – «Фронт'єр оптима», 72 к. е., у нормі витрати 0,9 л/га + адсорбент.  
 6. У посівах рису до появи сходів – «Фронт'єр оптима», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га + адсорбент.  
 7. У посівах рису до появи сходів – «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га + адсорбент.  
 8. У посівах рису до появи сходів – «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га + адсорбент.  
 9. У посівах рису до появи сходів – «Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,5 л/га + адсорбент.  
 10. У посівах рису до появи сходів – «Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,7 л/га + адсорбент.  
 11. Посіви рису із системою послідовних п'яти ручних прополювань бур'янів.

Норми висіву насіння рису посівного в процесі планування сівки розраховували на 100-відсоткову лабораторну здатність до проростання з метою отримання запланованої густоти стояння рослин культури в посівах. Польові умови проростання насіння істотно

відрізняються від стандартних лабораторних в умовах термостату. Традиційно рівень польової схожості висіяного насіння нижче лабораторного. Таке правило справедливе і щодо культури рису. На відміну від традиційних зернових культур богарного землеробства – пшениці, ячменю та інших, у яких за сприятливих умов проростання рівень польової схожості насіння менше рівня лабораторної в межах 7–15%, у зернівок рису посівного така різниця істотно вища. У першу чергу такий ефект може бути пояснений низьким рівнем наявності вільного кисню ( $O_2$ ) у верхньому шарі ґрунту, пори якого повністю бувають заповнені поливною водою.

На ділянках забур'яненого контролю (варіант 1), де застосування гербіцидів ґрунтової дії не було передбачене, на 1 м<sup>2</sup> площі посіву висівали 667 зернівок рису посівного в перерахунку на 100-відсоткову лабораторну здатність до проростання. В середньому за роки досліджень на час проведення обліків (фаза трьох листків у рослин рису) середні показники густоти посівів були 344 шт./м<sup>2</sup>, або 51,2% від лабораторного рівня проростання насіння. Ознак фітотоксичності у таких рослин культури зафіксовано не було. Відповідно, середній рівень польової схожості насіння рису посівного на посівах у досліді доцільно вважати однаковим для всіх варіантів (табл. 2).

Проте, крім зниження рівня схожості насіння, яке називається польовим, у посівах проявляються й інші процеси. Зіставлення густоти стояння рослин рису в посівах варіантів досліді без використання і з використанням гербіцидів ґрунтової дії доводить, що в них, крім польової схожості, яка нижча від лабораторної, проявляється додатково ще й ефект фітотоксичності внесених препаратів до рослин рису. Тобто рівень селективності таких гербіцидів у відповідних нормах витрати для рослин культури недостатній.

На ділянках з використанням гербіциду «Комманд», 48 к. е. (варіант 2), середні показники густоти стояння рослин рису посівного в досліді були 133 шт./м<sup>2</sup> або істотно меншими порівняно з густиною рослин на ділянках варіанта 1 (контроль без застосування гербіцидів). Різниця становила 177 шт./м<sup>2</sup>, або на 23,8%. Саме така різниця і є величиною фітотоксичності гербіциду ґрунтової дії. Наявність фізичного адсорбенту біля насіння рису частково компенсувала токсичну дію різних гербіцидів, які наносили на поверхню ґрунту в рисових чеках, проте така компенсація не була повною.

**2. Рівень фітотоксичності гербіцидів ґрунтової дії з адсорбентами (% зниження густоти) до рослини рису північного, 2018–2020 рр.**

Варіант досліджу	Гербицид та норма їх внесення, л/га	Густина сівки зернівок, шт./м <sup>2</sup>	Польова схожість зернівок рису			Зниження густоти сходів культури через фітотоксичність гербіцидів, %
			шт./м <sup>2</sup>	зниження до лабораторної, %		
				4	5	
1	2	3	4	5	6	
1	Контроль без застосування гербіцидів	667	344	51,2	0	
2	«Комманд», 48 к. є., у нормі витрати 0,5 л/га	667	167	51,2	23,8	
3	«Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 3,0 л/га + адсорбент	667	133	51,2	28,9	
4	«Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 5,0 л/га + адсорбент	667	110	51,2	32,3	
5	«Фронт'єр оптима», к. є., у нормі витрати 0,9 л/га + адсорбент	667	101	51,2	29,7	
6	«Фронт'єр оптима», к. є., у нормі витрати 1,2 л/га + адсорбент	667	92	51,2	35,1	

1	2	3	4	5	6
7	«Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га + адсорбент	667	226	51,2	14,9
8	«Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,4 л/га + адсорбент	667	213	51,2	16,9
9	«Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,5 л/га + адсорбент	667	200	51,2	18,8
10	«Зенкор 70 WG» у нормі витрати 0,7 л/га + адсорбент	667	152	51,2	26,2
11	Система ручних прополовань бур'янів	667	338	51,2	0
НП <sub>0,05</sub>		17,2	5,6		

Залишкова токсичність проявлялась у частковому відмиранні рослин культури в процесі їх проростання. Різні гербіциди в дослідях проявляли неоднаковий рівень фітотоксичності (див. табл. 2).

Найвищий рівень фітотоксичності гербіцидів ґрунтової дії з адсорбентами на проростки й сходи рослин рису посівного в роки проведення досліджень було зафіксовано в посівах варіантів із внесенням препаратів «Фронт'єр оптима», 72 к. е., у нормі витрати 1,2 л/га (варіант 6). Він становив у середньому 35,1%. Зменшення норми витрати гербіциду виявляло тенденцію до зниження токсичної дії, тому в посівах варіанта 5 (норма витрати препарату 0,9 л/га) показники фітотоксичності були на рівні 32,3% рослин культури. Найвищий біля насіння культури адсорбент більш повно поглинав діючу речовину гербіциду, тому ефект селективності до рослин рису був вищим.

Високий рівень фітотоксичності проявляли максимальні норми витрати гербіциду «Стомп 330 ЕС» у нормі витрати 5,0 л/га (варіант 4). Фітотоксичність препарату була на рівні 28,9%.

Найбільш толерантним до рослин рису посівного серед гербіцидів із внесенням фізичного адсорбенту був гербіцид «Дуал голд 960 ЕС» у нормі витрати 1,0 л/га (варіант 7). У середньому за роки досліджень його фітотоксичність не перевищувала 14,9%. За використання в дослідях максимальних норм витрати препарату (1,4 л/га) на ділянках посівів варіанта 8 показник фітотоксичності підвищувався до 16,9%.

Враховуючи таку специфічну побічну дію застосованих у дослідях гербіцидів, як фітотоксичність до рослин рису посівного, і показники їх захисної дії на проростки і сходи бур'янів, можна оцінити перспективність їх практичного використання.

Серед набору гербіцидів ґрунтової дії з фізичними адсорбентами, що були застосовані в дослідженнях, найбільш перспективними за сумою їх дії на цільові об'єкти – бур'яни, в першу чергу проростки і сходи проса півнячого, та на рослини рису посівного доцільно зупинитись на гербіциді, що найбільш гармонійно поєднує здатність контролювати проростки однорічних бур'янів із ботанічної родини Тонконогові і має найменший рівень фітотоксичності до рослин культури. Таким гербіцидом був «Дуал голд 960 ЕС» у нормах витрати 1,0 та 1,4 л/га.

Сучасна система захисту посівів рису посівного від бур'янів складається з двох окремих частин, які гармонійно доповнюють одна одну. Дія гербіцидів, які вносять після проведення сівби на поверхню

вологого ґрунту в рисові чеки, має максимально знизити чисельність сходів однорічних видів бур'янів, що розпочинають свою вегетацію практично одночасно з рослинами культури. У посівах рису посівного найактуальнішим є надійний контроль процесів проростання насіння проса півнячого, що є найбільш масовим і проблемним видом бур'янів.

Наступним етапом системи захисту посівів від негативного впливу бур'янів є застосування гербіцидів по сходах.

Гербіциди, що діють по сходах, застосовували після формування трьох листків у рослин рису посівного способом обприскування посівів. Другу частину систем захисту (по сходах) реалізовували в посівах із попереднім застосуванням гербіциду «Комманд», 48 к. е., в ґрунт у нормі витрати 0,5 л/га.

Результати захисної дії і рівень урожайності посівів рису наведено в таблиці 3.

У посівах з використанням захисної дії по сходах гербіциду «Дівікстон», 25 NeoEC, у нормі витрати 1,2 л/га (варіант 1) загальне зниження кількості бур'янів було в середньому 93,2%, обсяги формування маси бур'янів (через 100 діб від появи сходів рослин культури) були в середньому 622 г/м<sup>2</sup>, густина стояння посівів – 281,2 шт./м<sup>2</sup> і рівень урожайності – 8,72 т/га зернівок, або 76,3% від максимального в досліді.

У посівах варіанта 2 на фоні дії ґрунтового гербіциду «Комманд», 48 к. е., проводили обприскування сходів препаратом «Цитадель», 250Д м. д., у нормі витрати 1,6 л/га. В результаті захисної дії чисельність сходів бур'янів знизилась на 82,2%. Обсяги формування маси бур'янів були 1452 г/м<sup>2</sup>. Густина стояння посівів становила 293,7 шт./м<sup>2</sup>. Рівень урожайності зернівок рису посівного був 5,12 т/га, або 44,8% від рівня урожайності посівів варіанта 5.

За використання по фоні дії ґрунтового гербіциду «Комманд», 48 к. е., у нормі витрати 0,5 л/га в ґрунт, по сходах було використано захисну дію гербіциду «Топшот», 1130Д м. д., у нормі втрати 3,0 л/га (варіант 3). Загальне зниження кількості сходів бур'янів у посівах рису було 90,2%, Обсяг формування маси бур'янів був у середньому 1039 г/м<sup>2</sup>. Густина стояння посівів рису становила 272,6 шт./м<sup>2</sup>. Рівень урожайності зернівок культури – 6,91 т/га, або 60,5% від максимального в досліді.

**3. Величина накопичення маси бур'янів (г/м<sup>2</sup>) та врожайність посівів рису посівного (т/га) за використання систем захисту гербіцидами, 2018–2020 рр.**

Варіант дослідження	Загальне зниження чисельності бур'янів, %	Усього	Маса бур'янів, г/м <sup>2</sup>		Густина стояння рису посівного, шт./м <sup>2</sup>	Урожайність, т/га	Вологість зернівок, %
			у тому числі				
			дводольні	однодольні			
1*	93,2	622	161	461	356,4	8,72	16,51
2	82,2	1452	378	1074	281,2	5,12	16,57
3	90,2	1039	236	803	293,7	6,91	16,49
4	–	3631	915	2716	272,6	3,61	16,62
5	0,0	0,0	0,0	0,0	351,8	11,43	16,52

НПР<sub>0,05</sub>

\*Примітка. 1. У посіви рису вносили гербіцид «Двікстон», 25 ТНеоЕС, у нормі витрати 1,2 л/га. 2. У посіви рису вносили гербіцид «Цитадель», 25 ОД м. д., у нормі витрати 1,6 л/га. 3. У посіви рису вносили гербіцид «Голшог», 113 ОД м. д., у нормі витрати 3,0 л/га. 4. Посіви рису без застосування гербіцидів (забур'янення контролю). 5. Посіви рису із системою п'яти послідовних ручних прополювань.

Для порівняння, на ділянках забур'яненого контролю (варіант 4) маса бур'янів у посівах рису в середньому була 3631 г/м<sup>2</sup>. Густота стояння рослин культури в посівах трималася на рівні 356,4 шт./м<sup>2</sup>, а врожайність внаслідок гострої конкуренції бур'янів за фактори життя була лише 3,61 т/га, або 31,6%.

У посівах варіанта 5, де рослини рису вегетували без негативного впливу бур'янів (п'ять послідовних ручних прополювань), густота стояння рослин культури була 351,8 шт./м<sup>2</sup>. Рівень урожайності посівів у середньому становив 11,43 т/га з вологістю зернівок 16,52%.

### **Висновки:**

1. Рисові чеки мають високий рівень і видову специфіку потенційного засмічення орного шару ґрунту насінням і органами вегетативного розмноження адаптованих видів бур'янів, що необхідно враховувати в процесі планування системи захисту посівів рису від небажаної рослинності. Найбільшу масовість створюють бур'яни з ботанічних родин Тонконогові та Осокові.

2. Велика кількість сходів бур'янів у посівах рису вимагає застосування системи послідовних заходів для їх контролю. Використання такого потужного гербіциду, як «Комманд», 48 к. е., у нормі 0,5 л/га не забезпечує необхідного рівня контролю проростків і сходів найбільш масового виду бур'яну – проса півнячого *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv.

3. Для успішного контролю бур'янів у посівах рису необхідне максимальне скорочення числа їх сходів гербіцидами ґрунтової дії, що проявляють біохімічну активність до рослин із ботанічної родини Тонконогові, у першу чергу до проса півнячого, та високу селективність до рослин культури.

4. Перспективним шляхом підвищення рівня селективності гербіцидів до рослин рису та біохімічної активності до злакових видів бур'янів є використання фізичних адсорбентів. Їх раціональне внесення в рядки рослин культури дає змогу підвищити селективність ґрунтових препаратів, досягти їх високого захисного ефекту в поєднанні з дією гербіцидів по сходах та отримати високий урожай посівів рису.

5. Серед гербіцидів ґрунтової дії найбільш перспективним за сумою дії на цільові об'єкти – бур'яни, у першу чергу проростки і сходи проса півнячого, та на рослини рису посівного був гербіцид «Дуал голд 960 ЕС» у нормах витрати 1,0 та 1,4 л/га.

6. Серед гербіцидів, які застосовували по сходах бур'янів у посівах рису, найвищий рівень ефективності дії проявляли: «Дівікстон», 25 NeoEC, у нормі витрати 12 л/га – загальне зниження забур'яненості 93,2%; «Топшот», 113 ОД м. д., у нормі витрати 3,0 л/га – загальне зниження забур'яненості 90,2%, рівень урожайності посівів рису був 8,72 т/га, або 76,3%, та 6,91 т/га, або 60,5% відповідно від максимального в досліді – 11,43 т/га (варіант 5, посіви рису із системою п'яти послідовних ручних прополовань).

#### Список використаної літератури

1. Ванцовський А. А. Культура рису на Україні : монографія. Херсон : Айлант, 2004. 172 с.
2. Вожегов С. Г. Теоретичне та агроекологічне обґрунтування технологій вирощування сільськогосподарських культур в рисових сівозмінах : дис. ... д-ра с.-г. н. : 06.01.02. Херсон, 2016. 387 с.
3. Воронюк З. С., Дудченко В. В., Дудченко Т. В. Захист рису від шкідників, хвороб та бур'янів. *Пропозиція*. 2006. № 8. С. 74–80.
4. Диверсифікація виробництва рису як перспективний напрям формування конкурентоспроможності продукції галузі рисівництва в Україні / В. В. Дудченко, С. Г. Вожегов, Р. В. Морозов та ін. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Айлант, 2014. Вип. 87. С. 33–39.
5. Дудченко Т. Стратегія управління стійкістю бур'янів до гербіцидів. *Агроном*. 2019. № 1. С. 56–64.
6. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Загальна гербологія : монографія. Київ : Фенікс, 2019. 702 с.
7. Курдюкова О. М., Конопля М. І., Остапенко М. А. Потенційна засміченість агрофітоценозів польових та овочевих культур Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон : Олдіплюс, 2010. Вип. 54. С. 309–314.
8. Сборник методов исследования почв и растений / В. П. Ковальчук, В. Г. Васильев, А. В. Бойко, В. Д. Зосимов. Киев : Ин-т сахарной свеклы НААН, 2010. 252 с.

#### References

1. Vantsovskiy A. A. Rice culture in Ukraine: monograph. Herson : Aylant, 2004. 172 p.
2. Vozhegov S. G. Theoretical and agroecological substantiation of technologies of cultivation of agricultural crops in rice crop rotations: dis. ... d-ra s.-g. n. : 06.01.02. Kherson, 2016. 387 p.
3. Voroniuk Z. S., Dudchenko V. V., Dudchenko T. V. Protect rice from pests, diseases and weeds. *Propozitsiia*. 2006. No. 8. P. 74–80.
4. Diversification of rice production as a promising direction for the formation of competitiveness of rice products in Ukraine / V. V. Dudchenko, S. G. Vozhegov, R. V. Morozov ta in. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. Kherson : Ailant, 2014. Issue 87. P. 33–39.
5. Dudchenko T. The emergence of herbicide resistance in rice field weeds. *Agronom*. 2019. No. 1. P. 56–64.
6. Ivaschenko O. O., Ivaschenko O. O. General herbology: monograph. Kyiv : Feniks, 2019. 702 p.
7. Kurdiukova O. M., Konoplia M. I., Ostapenko M. A. Potential littering of agrophytocenoses of field and vegetable crops of the Steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. Kherson : Oldiplius, 2010. Issue 54. P. 309–314.
8. Collection of methods for studying soils and plants / V. P. Kovalchuk, V. G. Vasilev, A. V. Boyko, V. D. Zosimov. Kiev : Institut saharnoy svekly NAAN, 2010. 252 p.
9. Methods of testing and application of

9. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. проф. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.
10. Методики проведення досліджень у буряківництві / М. В. Роїк, Н. Г. Гізбуллін, В. М. Сінченко та ін. ; під заг. ред. академіка НААН М. В. Роїка та члена-кореспондента НААН Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 374 с.
11. Мордерер Е. Ю. Коррекция избирательной фитотоксичности гербицидов в тройных комплексах. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2000. Т. 30. № 3. С. 181–186.
12. Озерова Л. В., Швартау В. В. Механізми дії сучасних гербицидів – інгібіторів ацетил-КоА-карбоксилази. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2005. Т. 37. № 6. С. 486–494.
13. Підвищення ефективності функціонування рисових зрошувальних систем України : наук.-метод. рекомендації / В. А. Сташук, В. В. Дудченко, С. Г. Вожегов та ін. ; за заг. ред. В. А. Сташук, Р. А. Вожегової, В. В. Дудченка та ін. Вид. 2-ге, допов. та перероб. Київ ; Херсон ; Рівне, 2019. 368 с.
14. Поява стійкості до гербицидів в бур'янів рисового поля / Т. В. Дудченко, В. В. Дудченко, Л. М. Цілінко, І. В. Фальковський. *Зрошуване землеробство*. Херсон : Айлант, 2015. Вип. 63. С. 44–46.
15. Система рисоводства Краснодарского края / К. М. Авакян, В. Д. Агарков, Алексеев Е. В. и др. Краснодар, 2006. С. 253–261.
16. Швартау В. В. Гербициди. Т. 2. Основи регуляції фітотоксичності та фізико-хімічні і біологічні властивості. Київ : Логос, 2009. 1046 с.
17. Amaugo G. O., Emosairue S. O. Effect of neem seed kernel extracts on stem borer damage and yield of upland rice in southeastern Nigeria. *Intern. Rice Research Notes*. 2005. № 30.1. P. 24.
18. Andreasen C., Jensen H. A., Jensen S. M. Decreasing diversity in the pesticides / за ред. проф. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 p.
10. Research methods in beet growing / M. V. Roiik, N. G. Gizbullin, V. M. Sinchenko та in. ; під заг. ред. академіка NAAN M. V. Roiika та члена-кореспондента NAAN N. G. Gizbullina. Kyiv : FOP Korzun D. Yu., 2014. 374 p.
11. Morderer E. Yu. Correction of selective phytotoxicity of herbicides in ternary complexes. *Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rasteniy*. 2000. Vol. 30. No. 3. P. 181–186.
12. Ozerova L. V., Shvartau V. V. Mechanisms of action of modern herbicides - acetyl-CoA-carboxylase inhibitors. *Fiziologiya ta biokhimiya kulturnykh roslin*. 2005. Vol. 37. No. 6. P. 486–494.
13. Improving the efficiency of rice irrigation systems in Ukraine: scientific and methodological recommendations / V. A. Stashuk, V. V. Dudchenko, S. G. Vozhegov та in. ; за заг. ред. V. A. Stashuka, R. A. Vozhegovoi, V. V. Dudchenka та in. Vyd. 2-ge, dopovnene та pereroblene. Kyiv ; Kherson ; Rivne, 2019. 368 p.
14. The emergence of herbicide resistance in rice field weeds / T. V. Dudchenko, V. V. Dudchenko, L. M. Tsilinko, I. V. Falkovskiy. *Zroshuvane zemlerobstvo*. Kherson : Ailant, 2015. Issue 63. P. 44–46.
15. Rice growing system of the Krasnodar Territory / K. M. Avakyan, V. D. Agarkov, E. V. Alekseenko, A. I. Kasyanov i dr. Krasnodar, 2006. P. 253–261.
16. Shvartau V. V. Gerbitsidi. Vol. 2. Fundamentals of phytotoxicity regulation and physicochemical and biological properties. Kyiv : Logos, 2009. 1046 p.
17. Amaugo G. O., Emosairue S. O. Effect of neem seed kernel extracts on stem borer damage and yield of upland rice in southeastern Nigeria. *Intern. Rice Research Notes*. 2005. No. 30.1. P. 24.

- soil seed bank after 50 years in Danish arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2018. Vol. 259. P. 61–71.
19. Barret S. C., Harder L. D. The ecology of mating and its evolutionary consequences in seed plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 2017. Vol. 48. P. 135–157.
20. Challenges and responses to ongoing and projected climate change for dryland cereal production systems throughout the world / G. O’Leary, P. Aggarwal, D. Calderini et al. *Agronomy*. 2018. Vol. 8. P. 34.
21. Competitive ability of rotational crops with dryland organic wheat production systems / N. E. Tautges, I. C. Burke, K. Borrelli, E. P. Fuerst. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2017. Vol. 32. P. 57–68.
22. Heap I. M. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. URL: <http://www.weedscience.org> (дата звернення: 20.12.2018).
23. Integrated Management of Mayweed Chamomile in Wheat and Pulse Crop Production Systems / D. J. Lyon, I. C. Burk, A. G. Hulting, J. M. Campbell. Pullman, WA : Washington State University Publications PNW695. 2017. P. 106.
24. Interference of weeds in seedlings of four neotropical tree species / Pa Monquero, I. Orzari, P. V. Silva, A. D. Penha. *Acta Scientiarum Agronomy*. 2015. No. 37. P. 219–232.
25. Introgression of Clearfield rice crop traits into weedy red rice outcrosses / V. Singh, S. Singh, Black et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 207. P. 13–23.
26. Invasion science: a horizon scan of emerging challenges and opportunities / A. Ricciardi, T. M. Blackburn, J. T. Carlton et al. *Trends in Ecology & Evolution*. 2017. Vol. 32. P. 464–474.
27. Knezevic S. Z., Datta A. The critical period for weed control: revisiting data analysis. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 188–202.
18. Andreasen C., Jensen H. A., Jensen S. M. Decreasing diversity in the soil seed bank after 50 years in Danish arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2018. Vol. 259. P. 61–71.
19. Barret S. C., Harder L. D. The ecology of mating and its evolutionary consequences in seed plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 2017. Vol. 48. P. 135–157.
20. Challenges and responses to ongoing and projected climate change for dryland cereal production systems throughout the world / G. O’Leary, P. Aggarwal, D. Calderini et al. *Agronomy*. 2018. Vol. 8. P. 34.
21. Competitive ability of rotational crops with dryland organic wheat production systems / N. E. Tautges, I. C. Burke, K. Borrelli, E. P. Fuerst. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2017. Vol. 32. P. 57–68.
22. Heap I. M. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. URL: <http://www.weedscience.org> (дата звернення: 20.12.2018).
23. Integrated Management of Mayweed Chamomile in Wheat and Pulse Crop Production Systems / D. J. Lyon, I. C. Burk, A. G. Hulting, J. M. Campbell. Pullman, WA : Washington State University Publications PNW695. 2017. P. 106.
24. Interference of weeds in seedlings of four neotropical tree species / Pa Monquero, I. Orzari, P. V. Silva, A. D. Penha. *Acta Scientiarum Agronomy*. 2015. No. 37. P. 219–232.
25. Introgression of Clearfield rice crop traits into weedy red rice outcrosses / V. Singh, S. Singh, Black et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 207. P. 13–23.
26. Invasion science: a horizon scan of emerging challenges and opportunities / A. Ricciardi, T. M. Blackburn, J. T. Carlton et al. *Trends in Ecology & Evolution*. 2017. Vol. 32. P. 464–474.

28. Seed retention of winter annual grass weeds at winter wheat harvest maturity shows potential for harvest weed seed control / N. Soni, S. J. Nissen, P. Westra et al. *Weed Technology*. 2019. Vol. 34 (2). P. 266–271.

29. Signatures of adaption in the weedy rice genome / Li L. F., Li Y. L., Jia Y. et al. *Nature Genetics*. 2017. Vol. 49. P. 811–814.

30. Sorption-desorption isotherms and biodegradation of glyphosate in two tropical soils aged with eucalyptus biochar / L. V. Jungueira, K. F. Mendes, R. N. Soursa et al. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2019. P. 1–18.

31. Swanton C. J., Nkol R., Blakshaw R. E. Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 2–11.

32. Weed resistance to syntetic auxin herbicides / R. Bust, D. E. Goggin, I. M. Heap et al. *Pest Management Science*. 2018. Vol. 74. P. 2265–2276.

27. Knezevic S. Z., Datta A. The critical period for weed control: revisiting data analysis. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 188–202.

28. Seed retention of winter annual grass weeds at winter wheat harvest maturity shows potential for harvest weed seed control / N. Soni, S. J. Nissen, P. Westra et al. *Weed Technology*. 2019. Vol. 34 (2). P. 266–271.

29. Signatures of adaption in the weedy rice genome / Li L. F., Li Y. L., Jia Y. et al. *Nature Genetics*. 2017. Vol. 49. P. 811–814.

30. Sorption-desorption isotherms and biodegradation of glyphosate in two tropical soils aged with eucalyptus biochar / L. V. Jungueira, K. F. Mendes, R. N. Soursa et al. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2019. P. 1–18.

31. Swanton C. J., Nkol R., Blakshaw R. E. Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Science*. 2015. Vol. 63. P. 2–11.

32. Weed resistance to syntetic auxin herbicides / R. Bust, D. E. Goggin, I. M. Heap et al. *Pest Management Science*. 2018. Vol. 74. P. 2265–2276.

Отримано 03.12.2020

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-9

УДК 633.854.54

**А. М. ШУВАР, Н. М. РУДАВСЬКА**, кандидати сільськогосподарських наук  
**А. Г. ДЗЮБАЙЛО**, доктор сільськогосподарських наук, професор  
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,  
81115, e-mail: cropdepartment@gmail.com*

## **ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ БІОПРЕПАРАТІВ ТА КОМПЛЕКСНИХ МІКРОДОБРИВ**

Встановлено ефективність використання комплексних мікродобрив, рістстимуляторів та біопестицидів в органічній технології вирощування льону олійного в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Західного, що дає змогу істотно підвищити його продуктивність та покращити показники якості продукції. Агротехнологічні параметри вирощування та погодні умови суттєво впливали на ріст і розвиток рослин культури, що позначалося на показниках структури та продуктивності.

Застосування комплексних мікродобрив та рістрегуляторів за органічної технології вирощування льону олійного сорту Водограй зумовило збільшення тривалості фаз ялинки й бутонізації на 1–4 дні.

Використання для оброблення насіння рістстимуляторів «Вітазим» і «Спектрум аскастарт» привело до підвищення показника польової схожості насіння на 4,2–5,2% (68,6% на контролі).

Технічна ефективність біоінсектициду «Актарофіт К» проти блішок на посівах льону (фаза сходів) становила 84,5%.

Серед рістстимуляторів найвищу продуктивність насіння льону олійного (1,34 т/га) отримано при використанні біостимулятора «Вітазим» для оброблення насіння перед сівбою (1,0 л/т). Приріст до контролю – 0,17 т/га (14,1%). Інші стимулятори зумовили збільшення врожайності насіння в межах 0,11–0,12 т/га (9,5–10,9%). Для інших комплексних мікродобрив приріст врожайності насіння становив 0,08–0,09 т/га (6,8–7,8%).

Застосування для оброблення насіння рістстимуляторів «Вітазим», «Еколайн бор» і «Вимпел» дало змогу підвищити вміст олії на 0,5–0,6%, а «Спектрум аскастарт» за тих же умов – на 1,4%.

Найвищий вихід олії льону за умови його вирощування за органічною технологією (0,563 т/га) отримано при використанні біостимулятора «Вітазим» для оброблення насіння перед сівбою (1,0 л/т). Приріст до контролю становив 0,095 т/га (20,3%). Використання цього біостимулятора тільки позакоренево у фазу ялинки в дозі 1 л/га дало змогу отримати збільшення виходу олії в межах 0,08 т/га (17,1%). Інші комплексні добрива та стимулятори росту й розвитку

© Шувар А. М., Рудавська Н. М.,  
Дзюбайло А. Г., 2021

забезпечили збільшення виходу олії в межах 0,048–0,092 т/га (10,3–19,7%). На контролі вихід олії становив 0,468 т/га.

Отримане насіння льону олійного є екологічно безпечним, вміст важких металів у насінні за застосування комплексних мікродобрих, біопестицидів і рістстимуляторів був нижчим ГДК (вміст цинку – 11,4–12,7 мг/кг (ГДК – 50 мг/кг), свинцю – 0,01–0,07 мг/кг (ГДК – 0,3 мг/кг), кадмію – не більше 0,010 мг/кг (ГДК – 0,03 мг/кг), міді – 5,9–6,8 мг/кг (ГДК – 10,0 мг/кг).

**Ключові слова:** льон олійний, комплексні мікродобрива, біопестициди, продуктивність, насіння.

**Antin Shuvar, Nataliia Rudavska, Andrii Dziubalo**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**The impact of biopreparations and complex microfertilizers on the productivity of oil flax**

The efficiency of using complex microfertilizers, growth stimulants and biopesticides in the organic technology of oil flax cultivation in soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe has been established. This allows to significantly increase productivity and improve product quality indicators of oil flax. Agrotechnological parameters of cultivation and weather conditions significantly affected the growth and development of crop plants, which affected the indicators of structure and productivity.

Application of complex microfertilizers and growth regulators by organic technology of oilseed flax cultivation in v. Vodogray caused an increase in the duration of the "Christmas tree" phases and budding by 1–4 days.

The use of vitazim growth stimulants and spectrum ascostart for seed treatment led to an increase in the field germination rate of seeds by 4.2–5.2% (68.6% in control).

The technical efficiency of the bioinsecticide of actarophyte against fleas on flax crops (germination phase) was 84.5%.

Among growth stimulators, the highest productivity of flax oil seeds (1.34 t/ha) was obtained when using the biostimulator vitazim for seed treatment before sowing (1.0 l/t). Increase to control – 0.17 t/ha (14.1%). Other stimulants caused an increase in seed yield in the range of 0.11–0.12 t/ha (9.5–10.9%). For other complex microfertilizers, the increase in seed yield was 0.08–0.09 t/ha (6.8–7.8%).

The use of growth stimulants vitazim, ecoline bor, pennant for seed treatment increased the percentage of oil content by 0.5–0.6%, and the ascostart spectrum under the same conditions – by 1.4%.

The highest yield of flaxseed oil under the condition of its cultivation by organic technology (0.563 t/ha) was obtained when using a biostimulator vitazim for seed treatment before sowing (10 l/t). The increase to control was 0.095 t/ha (20.3%). The use of this biostimulator only foliar in the phase of "Christmas tree" at a dose of 1 l/ha allowed to obtain an increase in oil yield in the range of 0.08 t/ha (17.1%). Other complex fertilizers and growth and development stimulants allowed

to obtain an increase in oil yield in the range of 0.048–0.092 t/ha (10.3–19.7%). In the control, the oil yield was 0.468 t/ha.

The obtained flaxseed oil is environmentally friendly, the content of heavy metals in the seeds with the use of complex microfertilizers, biopesticides and growth stimulants was lower than the MPC (zinc content –11.4–12.7 (MPC – 50 mg/kg), lead – 0.01–0.07 (MPC – 0.3 mg/kg), cadmium – not more than 0.01 (MPC – 0.03 mg/kg), copper – 5.9–6.8 (MPC – 10.0 mg/kg)).

**Key words:** oil flax, complex microfertilizers, biopesticides, productivity, seeds.

**Вступ.** Основними країнами, природно-кліматичні зони яких дають змогу вирощувати льон, є Україна, Росія, Білорусь, Прибалтійські держави, Польща, Китай, Індія, Франція та ін. У світі існує більше 200 видів льону. З них в Україні культивується 29 сортів, найпоширеніші серед них льон-довгунець і льон олійний [19].

За останні роки в Україні зросла зацікавленість виробництвом льону олійного, оскільки існує значний експортний попит на його насіння в країнах ЄС, США, Канаді, який становить приблизно 40 тис. т щорічно [5]. Враховуючи експортну орієнтацію вітчизняного аграрного виробництва, висока ринкова ціна насіння льону визначає його експортний потенціал і зумовлює його прибутковість, близьку до рівня соняшника. Протягом останніх 20 років Україна сформувала та значно наростила експорт насіння льону олійного, який впродовж 2013–2017 рр. зріс із 10,9 до 56,8 тис. т, а лляної олії – з 2,8 до 9,9 тис. т [30].

Завдяки унікальним властивостям, особливо екологічній чистоті, попит на продукцію льону олійного й продукти його переробки зростає не тільки на внутрішньому ринку України, а й в провідних промислово розвинутих країнах світу [5, 6]. У насінні льону олійного міститься до 45% олії. Його олію використовують у лакофарбовій промисловості, миловарінні й медицині, як продукт харчування та в харчовій промисловості. Завдяки вмісту ненасичених жирних кислот (олеїнової, лінолевої, ліноленової, ізоліноленової) ця олія сприяє зниженню вмісту холестерину в крові.

Льон олійний належить до основних технічних культур, які дають високоякісне насіння та коротке волокно, а костриця є альтернативним видом палива. Волокно придатне не тільки для виробництва грубих тканин і шпагату, а й тонких, якісних тканин. Солома, яка містить до 50% целюлози, слугує сировиною для виробництва цигаркового паперу, картону. З відходів костриці виготовляють будівельні плити.

Дослідженнями, проведеними в наукових установах, встановлено, що льон олійний за своїми агробіологічними особливостями пристосований для вирощування в умовах зон Карпатського регіону (Лісостеп, Полісся, Передкарпаття та ін.) на різних типах ґрунтів і його потенційна продуктивність може сягати 2,0–3,0 т/га [11–13, 33].

Важливим чинником розвитку галузі льонарства в ґрунтово-кліматичних умовах Карпатського регіону і значним резервом збільшення врожайності та покращення якості продукції є вдосконалення базових моделей технологій на основі комплексного застосування засобів біологізації та всебічного аналізу агробіологічних основ формування продуктивності культури.

Отримання екологічно безпечної продукції в умовах органічного виробництва можливе шляхом застосування агротехнічних чинників (сівозміни, сидеральні культури, строки сівби, норми висіву, біопрепарати, рістстимулятори та інші засоби біологізації). Використання сортів, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування, є найбільш екологічно доцільним чинником підвищення продуктивності культури, отримання стабільних врожаїв основної (насіння) та побічної (солома, волокно, костриця) продукції при вирощуванні за технологіями різної інтенсивності [22, 24].

Висока врожайність насіння льону олійного в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Західного можлива лише за правильного розміщення його в сівозміні. Кращими попередниками є зернові колосові (озима пшениця, озиме жито, овес та ін.). Багаторічні трави та картопля можуть бути попередниками льону на слабо- і середньокультурених ґрунтах. За відсутності цих попередників цю культуру можна розміщувати без помітного зниження врожайності після гречки, сої та кукурудзи.

Льон олійний порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами вирізняється невеликим використанням поживних речовин для формування врожаю, але через відносно короткий період вегетації для нормального росту й розвитку він потребує високого вмісту в ґрунті елементів живлення в легкодоступній формі. Численними дослідженнями науковців доведено зростання продуктивності льону від внесення мінеральних добрив [1, 3, 5, 6, 21, 31, 32].

Система удобрення в органічній технології вирощування передбачає застосування позакоренево у фазу ялинки різних видів біопрепаратів фунгіцидної та рістстимулювальної дії з доповненням

комплексними водорозчинними добривами, збалансованими за вмістом макро- і мікроелементів.

Застосування біопрепаратів на різних етапах технології вирощування льону олійного позитивно впливає на ріст і розвиток рослин та якісні показники насіння. За результатами досліджень [7, 14, 15] відзначено збільшення врожайності після оброблення рослинних залишків попередника біодеструктором стерні «Екстерн» і позакореневого підживлення робочим розчином біопрепаратів та органо-мінеральних добрив.

Використання мікродобрив поряд із застосуванням макродобрив є необхідним для нормального розвитку рослинного організму, оскільки вони прискорюють розвиток рослин, дозрівання насіння, підвищують стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища та до низки бактерійних і грибових хвороб [8, 9, 16, 17, 20, 23, 25, 26, 28, 29]. Найбільш ефективними є біологічно активні мікроелементи у формі комплексонатів (хелатів) металів.

**Матеріали і методи.** Дослідження з льоном олійним проводили в п'ятипільній сівозміні загальною площею 6,7 га відділу рослинництва Інституту СГ Карпатського регіону НААН (с. Ставчани Пустомитівського р-ну Львівської обл.) упродовж 2018–2020 рр. на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті, орний шар (0–20 см) якого характеризувався такими агрохімічними показниками: гумус (за Тюрнімом) – 1,6–1,7%, рН (сольове) – 5,9–6,0 (слабокисла з наближенням до нейтральної). Рельєф дослідних ділянок переважно рівнинний, лужногідролізований азот (за Корнфілдом) – 96–105 мг/кг ґрунту, рухомий фосфор (за Кірсановим) – 111–116, обмінний калій (за Кірсановим) – 102–107 мг/кг ґрунту. За чинною градацією, такий ґрунт має низьке забезпечення азотом, середнє – фосфором і низьке – калієм. Схема досліду:

1. Контроль.
2. Оброблення насіння – «Вітазим» (1,0 л/т).
3. Обприскування рослин – «Вітазим» (1,0 л/га).
4. Оброблення насіння – «Спектрум аскостарт» (4,0 л/т).
5. Обприскування рослин – «Спектрум аскоріст» (3,0 л/га).
6. Обприскування рослин – «Еколайн бор преміум» (1,0 л/га).
7. Обприскування – «Еколайн універсал ріст аміно» (2,0 л/га).
8. Обприскування рослин – «Вимпел 2» (0,5 л/га).
9. Обприскування рослин – «Натурвітал всп» (1,0 кг/га).
10. Обприскування рослин – «Спектрум мікс-с» (4,0 кг/га).
11. Контроль.

12. Обприскування рослин біопрепаратом «Гаупсин форте» (3 л/га).
13. Обприскування рослин біопрепаратом «Актарофіт к» (0,3 л/га).
14. Оброблення насіння біопрепаратом «Триховерин» (1,5 л/т).
15. Оброблення насіння біопрепаратом «Мікоапплай» (40 г/т).

Повторність дослідів чотирикратна. Загальна площа ділянки дослідів – 36 м<sup>2</sup>, облікова – 25 м<sup>2</sup>, дослід закладено із сортом Водограй з нормою висіву 8 млн/га сх. насінин. Розміщення дослідів – у п'ятишпільній органічній сівозміні відділу рослинництва. Попередник – зернові колосові. Обробіток ґрунту складався з таких заходів: лушення стерні, зяблева оранка на глибину 20–22 см, двократна весняна культивування, перша на 8–10 см, друга на глибину загортання насіння з боронуванням і коткуванням кільчасто-шпоровими котками. Сівбу проводили в оптимально ранні строки при можливості виходу в поле. Дослідження здійснювали згідно із загальноприйнятою методикою [10].

Погодні умови в роки проведення досліджень вирізнялися коливаннями гідротермічних показників, що впливало на ріст і розвиток рослин, формування елементів продуктивності, врожай і якість зерна льону олійного. Аналіз стану посівів і перебігу метеорологічних умов свідчить, що в нашому регіоні впродовж останніх років спостерігається тенденція різких перепадів температур, значного потепління в окремі періоди та вкрай нерівномірний режим зволоження, що викликає фізіологічний стрес у рослин упродовж вегетації, який має певний негативний вплив у період формування та досягання насіння та волокна.

**Результати та обговорення.** Застосування комплексних мікродобрив, рістстимуляторів і біопестицидів зумовило зміни тривалості вегетаційного періоду культури. Зокрема, застосування стимулятора росту «Вітазім» у нормі 1,0 л/т для оброблення насіння збільшило тривалість фази ялинки на 4–5 днів, «Спектрум аскостарт» (4,0 л/т) – 3–4 дні, інших комплексних мікродобрив та біопрепаратів – на 1–3 дні порівняно з контролем. Завдяки застосуванню досліджуваних препаратів також збільшилася тривалість бутонізації на 2–4 дні.

Використання для оброблення насіння рістстимуляторів «Вітазім» і «Спектрум аскостарт» привело до підвищення показника польової схожості насіння в середньому за роки досліджень на 4,5–5,3%, а біопрепарату «Триховерин» – на 1,2% (71,4% на контролі).

Найбільш ефективний вплив на час настання ранньої жовтої стиглості серед досліджуваних рістрегуляторів та комплексних мікродобрив на розвиток антракнозу проявили «Вітазим» (для оброблення насіння та внесення позакоренево), «Еколайн бор преміум» (1,0 л/га), «Еколайн універсал ріст аміно» (2,0 л/га) та «Спектрум аскостарт» (4,0 л/т). За їх внесення розвиток хвороби був у межах 22,0–27,1% (на контролі 37,2%), а технічна ефективність становила 31,3–41,0%.

Серед біопрепаратів найбільше вплинули на розвиток антракнозу «Гаупсин форте» (7,0 л/га) та «Триховерин» (1,5 л/га). При їх застосуванні поширення антракнозу на початку ранньої жовтої стиглості становило 22,3–22,9%, ТЕ – 38,6–40,2%. На контролі на час настання ранньої жовтої стиглості розвиток хвороби становив 37,2%.

Поширення фузаріозного в'янення перебувало в межах 1,0–4,0%, а ураженість ним не перевищувала 1% на всіх варіантах досліду у фазу ранньої жовтої стиглості.

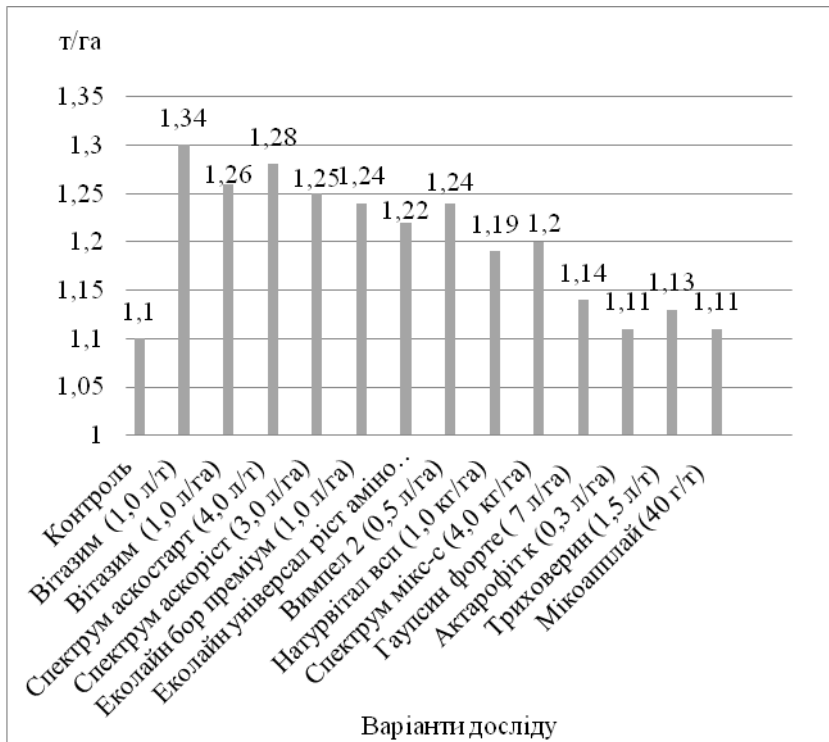
Технічна ефективність біоінсектициду «Актарофіт к» проти блішок на посівах льону (фаза сходів) становила 75,2–84,5%.

Урожайність льону олійного сорту Водограй значно залежала від застосування різних мікродобрив і біопрепаратів в органічній технології вирощування (рис. 1).

Як свідчать наведені результати, серед досліджуваних мікродобрив і біопрепаратів в середньому за роки досліджень найвищу продуктивність насіння льону олійного за умови його вирощування за органічною технологією (1,34 т/га) отримано за використання біостимулятора «Вітазим» для оброблення насіння перед сівбою (1,0 л/т). Приріст до контролю становив 0,24 т/га (21,8%). Використання цього біостимулятора тільки позакоренево у фазу ялинки в дозі 1 л/га дало змогу збільшити врожайність насіння в межах 0,16 т/га (14,5%). Інші комплексні добрива та стимулятори росту й розвитку дали змогу отримати приріст врожайності насіння в межах 0,1–0,18 т/га (9,0–14,5%). На контролі врожайність насіння становила 1,1 т/га.

Використання біопестицидів «Гаупсин форте» та «Триховерин» також зумовило істотний приріст продуктивності насіння льону олійного сорту Водограй – відповідно, 0,04 і 0,03 т/га (3,6 і 2,7%).

Мікоризний препарат «Мікоашплай» у 2019 р. спричинив певне зниження продуктивності насіння на 0,01 т/га (0,03%), а у 2020 р. – приріст на 0,02 т/га і в середньому за 2 роки – 0,01 т/га (0,5%), що в межах помилки досліду.



**Рис. 1. Врожайність насіння льону олійного залежно від досліджуваних мікродобрив і біопрепаратів (2019–2020), т/га**

Такі значення врожайності отримано завдяки зміні певних елементів структури врожаю. Як свідчать дані морфологічного аналізу рослин льону олійного, за результатами досліджень виявлено істотний вплив мікродобрив і біопрепаратів на такі показники структури врожаю, як загальна висота рослин та кількість коробочок на рослині. Зокрема, загальна висота рослин льону при використанні рістстимуляторів коливалась у межах 57,8–59,3 см (53,5 см на контролі). Застосування мікродобрив зумовило приріст загальної висоти рослин льону в середньому за роки досліджень у межах 4,3–5,8 см, біопестицидів – 3,9–5,3 см.

Приріст кількості коробочок на рослині у варіантах застосування рістстимуляторів і комплексних мікродобрив для

оброблення насіння та листкового внесення був високим і становив 3,6–5,1 шт. на рослину (на контролі, відповідно, 10,1 і 10,5 шт. на 1 рослину), що свідчить про їх ефективність.

Застосування біопестицидів зумовило приріст кількості коробочок на 0,4–0,7 шт. на 1 рослину. Мікоризний препарат «Мікоапсплай» впливу на цей показник не проявив.

Застосування мікродобрив, регуляторів росту рослин і біопестицидів істотно не вплинуло на зміну маси 1000 насінин. У всіх варіантах досліджу вона була в межах 6,5–6,8 г. На контролі маса 1000 насінин дорівнювала 6,6 г.

Вплив рістстимуляторів і комплексних мікродобрив на зміну якісних показників насіння льону олійного сорту Водограй наведено в таблиці 1.

### 1. Вплив мікродобрив на зміну якісних показників насіння льону олійного, 2019–2020 рр.

Варіант удобрення	Вміст олії в насінні, %	Вихід олії, т/га	Відхилення за виходом олії, ± до контролю	
			т/га	%
Контроль	43,5	0,468	–	–
«Вітазим» (1,0 л/т)	44,3	0,563	0,095	20,3
«Вітазим» (1,0 л/га)	44,2	0,548	0,08	17,1
«Спектрум аскостарт» (4,0 л/т)	44,4	0,56	0,092	19,7
«Спектрум аскоріст» (3,0 л/га)	44,1	0,544	0,076	16,2
«Еколайн бор преміум» (1,0 л/га)	44,1	0,54	0,072	15,4
«Еколайн універсал ріст аміно» (2,0 л/га)	44,2	0,532	0,064	13,7
«Вимпел 2» (0,5 л/га)	43,7	0,532	0,064	13,7
«Натурвітал всп» (1,0 кг/га)	44	0,516	0,048	10,3
«Спектрум мікс-с» (4,0 кг/га)	44	0,518	0,05	10,7
«Гаупсин форте» (7 л/га)	43,8	0,491	0,023	4,9
«Актарофіт к» (0,3 л/га)	43,5	0,476	0,008	1,7
«Триховерин» (1,5 л/т)	43,8	0,487	0,019	4,1
«Мікоапсплай» (40 г/т)	43,4	0,473	0,005	1,1

Застосування мікродобрив і біопрепаратів у середньому за роки досліджень також вплинуло на вміст олії в насінні льону. Зокрема,

оброблення насіння рiстстимуляторами «Вітазим», комплексними мікродобривами «Спектрум аскостарт», «Спектрум аскоріст» і «Спектрум мікс-с» дало змогу підвищити вміст олії на 0,6–0,9%, а рiстстимуляторами лінійки «Еколайн» – на 0,6–0,7%.

Комплексні мікродобрива і біопрепарати забезпечили підвищення виходу олії з 1 га завдяки їх впливу на продуктивність насіння. Найвищий вихід олії льону за умови його вирощування за органічною технологією (0,563 т/га) отримано за використання біостимулятора «Вітазим» для оброблення насіння перед сівбою (1,0 л/т). Приріст до контролю становив 0,095 т/га (20,3%). Використання цього біостимулятора тільки позакоренево у фазу ялинки в дозі 1 л/га дало змогу збільшити вихід олії в межах 0,08 т/га (17,1%). Інші комплексні добрива та стимулятори росту й розвитку збільшили вихід олії в межах 0,048–0,092 т/га (10,3–19,7%). На контролі вихід олії становив 0,468 т/га.

За результатами досліджень встановлено, що отримана продукція є екологічно безпечною, вміст важких металів у насінні льону у варіантах застосування комплексних мікродобрив, біопестицидів і стимуляторів росту й розвитку рослин як для позакореневого живлення, так і для оброблення насіння був значно нижчим ГДК. Зокрема, вміст цинку становив 11,4–12,7 мг/кг (ГДК – 50 мг/кг), свинцю – 0,01–0,07 (ГДК – 0,3 мг/кг), кадмію – не більше 0,010 (ГДК – 0,03 мг/кг), міді – 5,9–6,8 мг/кг (ГДК – 10,0 мг/кг), що свідчить про екологічну безпеку отриманої продукції.

**Висновки.** В ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Західного за органічної технології вирощування льону олійного сорту Водограй застосування комплексних мікродобрив і рiстрегуляторів зумовило збільшення тривалості фаз ялинки і бутонізації на 1–4 дні. Найвищу продуктивність насіння льону олійного (1,34 т/га) отримано за використання біостимулятора «Вітазим» для оброблення насіння перед сівбою (1,0 л/т). Приріст до контролю – 0,17 т/га (14,1%). Інші стимулятори зумовили приріст врожайності насіння в межах 0,11–0,12 т/га (9,5–10,9%). Для інших комплексних мікродобрив приріст врожайності насіння становив 0,08–0,09 т/га (6,8–7,8%).

Застосування для оброблення насіння рiстстимуляторів «Вітазим», «Еколайн бор», «Вимпел» дало змогу підвищити вміст олії на 0,5–0,6%, а «Спектрум аскостарт» за тих же умов – на 1,4%.

Серед рiстрегуляторів найбільше пригнічували розвиток антракнозу на час настання жовтої стиглості рослин льону «Вітазим», «Еколайн бор преміум», «Еколайн універсал рiст аміно» та «Спектрум

аскостарт». При їх внесенні розвиток хвороби був у межах 22,0–27,1%, а технічна ефективність становила 31,3–41,0%. Серед біопестицидів найбільше пригнічували розвиток антракнозу «Гаупсин форте» (7,0 л/га) та «Триховерин» (1,5 л/га) – 22,3–22,9%, ТЕ – 38,6–40,2%. Технічна ефективність біоінсектициду «Актарофіт к» проти блішок на посівах льону (фаза сходів) становила 84,5%.

#### Список використаної літератури

1. Антонова О. И., Латарцев П. Ю. Эффективность припосевного внесения аммиачной селитры и азофоски под лен масличный при его повторном посеве. *Вестник Алтайского гос. аграрного университета*. 2014. № 6 (116). С. 5–10.
2. Барашкова Е. Н. Влияние различных форм и доз микроудобрений на урожайность и качество семян льна масличного. *Почвоведение и агрохимия*. 2010. № 2 (45). С. 186–192.
3. Белоусова Е. Г., Спиридонов А. В., Титова В. И. Влияние удобрений на урожайность льна и качество льнопродукции при выращивании его на светло-серой лесной легкосуглинистой почве. *Междун. с.-х. журнал*. 2019. № 1. С. 32–33.
4. Безовський Ю. В. Використання нових технічних рішень у промисловому виробництві лляної продукції. *Наука та інновації*. 2016. Т. 12. № 4. С. 53–70.
5. Виноградов Д. В., Кунцевич А. А. Влияние норм высева и удобрений на продуктивность льна масличного. *Вестник КрасГАУ*. 2015. № 6 (105). С. 182–187.
6. Виноградов Д. В., Кунцевич А. А. Влияние норм высева и уровня минерального питания на продуктивность льна масличного. *АгроЭкоИнфо*. 2014. № 1 (14). С. 1.
7. Влияние различных систем выращивания, обработки растительных остатков, микроудобрений и бактериальных препаратов на биометрические показатели и урожайность льна масличного / О. А. Коваленко, М. И. Федорчук, М. М. Корхова, В. В. Думич. *Agronomie și Agroecologie* :

#### References

1. Antonova O. I., Latarcev P. Ju. Efficiency of pre-sowing introduction of ammonium nitrate and azofoska under oil flax during its re-sowing. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. No. 6 (116). P. 5–10.
2. Barashkova E. N. Influence of various forms and doses of micronutrient fertilizers on the yield and quality of oil flax seeds. *Pochvovedenie i agrohimija*. 2010. No. 2 (45). P. 186–192.
3. Belousova E. G., Spiridonov A. V., Titova V. I. The influence of fertilizers on the yield of flax and the quality of flax products when grown on light gray forest light loamy soil. *Mezhdunarodnyj sel'skohozjajstvennyj zhurnal*. 2019. No. 1. P. 32–33.
4. Berezov's'kyj Yu. V. The use of new technical solutions in the industrial production of linen products. *Nauka ta innovaciyi*. 2016. Vol. 12. No. 4. P. 53–70.
5. Vinogradov D. V., Kuncевич A. A. Influence of seeding rates and fertilizers on the productivity of oil flax. *Vestnik KrasGAU*. 2015. No. 6 (105). P. 182–187.
6. Vinogradov D. V., Kuncевич A. A. Influence of seeding rates and the level of mineral nutrition on the productivity of oil flax. *AgroJekoInfo*. 2014. No. 1 (14). P. 1.
7. Influence of different cultivation systems, processing of plant residues, micronutrient fertilizers and bacterial preparations on biometric indicators and yield of oil flax / O. A. Kovalenko, M. I. Fedorchuk, M. M. Korhova, V. V. Dumich. LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE. *Agronomie și Agroecologie* : materialele Simpozionului Științific Internațional „85 ani ai Facultății de Agronomie – realizări și

- materialele Simpozionului Științific Internațional „85 ani ai Facultății de Agronomie – realizări și perspective”, dedicat aniversării a 85 de ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova. LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE. 2018. Vol. 52 (1). P. 47–51. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/5354>.
8. Геваркова Е. Э. Влияние микроудобрений на продуктивность льна масличного. *Аграрные конференции*. 2019. № 6 (18). С. 41–46.
9. Дечиян М., Болнова С. В. Влияние микробиологического удобрения «Азотовит» на урожайность и качество льна-долгунца сорта Лидер. *Актуальные вопросы науки и технологий : сб. ст. междунар. науч. конф. молодых ученых*. (Караваево, 04 апреля 2019 года). Караваево : Костромская ГСХА, 2019. С. 14–19.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Дрозд І. Ф. Вплив метеорологічних умов Передкарпаття на морфологічні та біохімічні показники льону олійного. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту олійних культур НААН*. 2020. № 29. С. 112–122.
12. Дрозд І. Ф., Лях В. О. Інтервал варіювання ознак продуктивності льону олійного в умовах Львівщини. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту олійних культур НААН*. 2012. Вип. 17. С. 60–65.
13. Дрозд О. М. Технології вирощування льону олійного. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 7. С. 24–26.
14. Думич В. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технології вирощування льону олійного. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України : зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*. 2019. Вип. 24 (38). С. 296–301.
- perspective”, dedicat aniversării a 85 de ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova. 2018. Vol. 52 (1). P. 47–51. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/5354>.
8. Gevarkova E. Je. Influence of microfertilizers on the productivity of oil flax. *Agrarnye konferencii*. 2019. No. 6 (18). P. 41–46.
9. Dechijan M., Bolnova S. V. Influence of the microbiological fertilizer "azotovit" on the yield and quality of fiber flax variety Leader. *Aktual'nye voprosy nauki i tehnologii* (Karavaevo, 04 aprilja 2019 goda) : sb. st. mezhd. nauch. konf. molodyh uchjonyh. Karavaevo : Kostromskaja GSHA, 2019. P. 14–19.
10. Dospikhov B. A. Methods of field experience (with basics of statistical processing of research results). 5th ed. Moscow : Agropromizdat, 1985. 351 p.
11. Drozd I. F. Influence of meteorological conditions of Precarpathians on morphological and biochemical parameters of oil flax. *Naukovo-tehnichnyi biuletен Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2020. No. 29. P. 112–122.
12. Drozd I. F., Liakh V. O. The interval of variation of signs of productivity of oil flax in the conditions of Lviv region. *Nauk.-tekh. biul. Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2012. Issue 17. P. 60–65.
13. Drozd O. M. Technologies for growing oilseed flax. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2007. No. 7. P. 24–26.
14. Dumych V. Research of efficiency of application of biologicals in technology of cultivation of oil flax. *Tekhniko-tehnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoi tekhniki i tehnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy : zb. nauk. pr. UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho*. 2019. Vol. 24 (38). P. 296–301.
15. The effectiveness of the use of biological products in the technology of growing crops in the Western region of Ukraine. / M. Kozhushko ta in. *Tekhnika i tehnologii APK*. 2016. No. 5. P. 37–42.

15. Ефективність застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур в Західному регіоні України / М. Кожушко та ін. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 5. С. 37–42.
16. Инновационные приемы производства экологически безопасных семян масличного льна / Т. А. Рожмина и др. *Достижения науки и техники АПК*. 2016. № 11. Т. 30. С. 54–56.
17. Корнейкова Ю. С., Ходянков А. А. Долевое влияние минеральных удобрений, биопрепаратов и плодородия почвы на формирование урожайности семян льна масличного. *Вестник БГСА*. 2012. № 3. С. 77–82.
18. Кшникаткина А. Н., Журавлёв Е. Ю. Регуляторы роста и микроудобрения – факторы повышения продуктивности льна масличного. *Нива Поволжья*. 2018. № 4 (49). С. 67–71.
19. Лён олійний: біологія, сорти, технологія вирощування. / А. В. Чехов, О. М. Лапа, Л. Ю. Міщенко, І. О. Полякова. Київ : Укр. акад. аграрних наук ; Ін-т олійних культур, 2007. 59 с.
20. Малкова Т. С., Болнова С. В. Влияние микробиологического удобрения «Экстрасол» на урожайность и качество льна-долгунца сорта Лидер. *Актуальные вопросы науки и технологий* : сб. междунар. науч. конф. молодых ученых (Караваево, 04 апреля 2019 года). Караваево : Костромская ГСХА, 2019. С. 27–35.
21. Носевич М. А., Абушинова Е. В. Особенности развития и урожайность льна масличного в зависимости от доз минеральных удобрений. *Известия Санкт-Петербургского гос. аграрного ун-та*. 2016. № 42. С. 26–30.
22. Першаков А. Ю., Белкина Р. И. Лен масличный – элементы технологии и сорта (аналитический обзор). *АПК: инновационные технологии*. 2018. № 1. С. 45–50.
23. Петрушин В. В., Круглова С. А., Золотова Р. П. Влияние комплексного микроудобрения «Фитогумат» на урожайность и качество льна-долгунца.
16. Innovative techniques for the production of environmentally friendly oil flax seeds. / T. A. Rozhmina et al. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2016. No. 11. Vol. 30. P. 54–56.
17. Kornejkova Ju. S., Hodjankov A. A. Fractional influence of mineral fertilizers, biological products and soil fertility on the formation of the yield of oil flax seeds. *Vestnik BGSHA*. 2012. No. 3. P. 77–82.
18. Kshnikatkina A. N., Zhuravljov E. Ju. Growth regulators and micronutrient fertilizers – factors of increasing the productivity of oil flax. *Niva Povolzh'ja*. 2018. No. 4 (49). P. 67–71.
19. Oil flax: biology, varieties, cultivation technology. / A. V. Chekhov, O. M. Lapa, L. Yu. Mishchenko, I. O. Poliakova. Kyiv : Ukrainska akademiia ahrarykh nauk ; Instytut oliinykh kultur, 2007. 59 p.
20. Malkova T. S., Bolnova S. V. Influence of microbiological fertilizer "extrasol" on the yield and quality of fiber flax variety Leader. *Aktual'nye voprosy nauki i tehnologii : sb. mezhd. nauch. konf. molodyh uchjonyh* (Karavaevo, 04 aprelya 2019 goda). Karavaevo : Kostromskaja GSHA, 2019. P. 27–35.
21. Nosevich M. A., Abushinova E. V. Features of the development and yield of oil flax depending on the doses of mineral fertilizers. *Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. No. 42. P. 26–30.
22. Pershakov A. Ju., Belkina R. I. Oil flax – elements of technology and varieties (analytical review). *APK: innovacionnye tehnologii*. 2018. No. 1. P. 45–50.
23. Petrushin V. V., Kruglova S. A., Zolotova R. P. Influence of complex microfertilizer "phytohimate" on the yield and quality of fiber flax. *Vestnik APK Verhnevolzh'ja*. 2018. No. 2 (42). P. 26–28.
24. Prudnikov V. A., Fes'ko D. Ju. Influence of nitrogen fertilization doses on the formation of oilseeds yield of new varieties of oil flax. *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2016. No. 3. P. 53–55.

*Вестник АПК Верхневолжья*. 2018. № 2 (42). С. 26–28.

24. Прудников В. А., Фесько Д. Ю. Влияние доз азотного удобрения на формирование урожая маслосемян новых сортов льна масличного. *Вестник Белорус. гос. с.-х. акад.* 2016. № 3. С. 53–55.

25. Пукалова Е. Н. Влияние различных форм и доз микроудобрений на накопление и вынос микроэлементов растениями льна масличного. *Почвоведение и агрохимия*. 2020. № 1 (64). С. 182–190.

26. Пукалова Е. Н. Эффективность применения микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. *Почвоведение и агрохимия*. 2016. № 2 (57). С. 99–106.

27. Ровна О. В. Продуктивність льону олійного залежно від позакореневого підживлення. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту. Сер.: Агрономія і біологія*. 2014. Вип. 9. С. 97–100.

28. Ровна О. В. Формування врожайності льону олійного в залежності від мінерального живлення в умовах Західного Лісостепу. *Зб. наук. пр. Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2014. Т. 84. С. 71–77.

29. Роль биологических препаратов и микроудобрений в повышении урожайности льна масличного в Курганской области / Г. Г. Карпов и др. *Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи* : мат. IX Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (Лесниково, 29 ноября 2017 года). 2017. Лесниково : Курганская гос. с.-х. акад. им. Т. С. Мальцева. С. 219–223.

30. Рудік Н. М. Економічний потенціал виробництва льону олійного в Україні. *Агросвіт*. 2020. № 2. С. 61–68.

31. Сорокина О. Ю. Особенности минерального питания льна масличного при использовании традиционных и новых органоминеральных удобрений. *Научное обеспечение производства*

25. Pukalova E. N. Efficiency of micronutrient fertilization in the cultivation of oil flax on sod-podzolic light loamy soil. *Pochvovedenie i agrohimija*. 2016. No. 2 (57). P. 99–106.

26. Pukalova E. N. Influence of various forms and doses of micronutrient fertilizers on the accumulation and removal of trace elements by oil flax plants. *Pochvovedenie i agrohimija*. 2020. No. 1 (64). P. 182–190.

27. Rovna O. V. Productivity of oil flax depending on foliar feeding. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Serii: Ahronomiia i biolohiia. 2014. Issue 9. P. 97–100.

28. Rovna O. V. Formation of oil flax yield depending on mineral nutrition in the Western Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2014. Vol. 84. P. 71–77.

29. The role of biological preparations and microfertilizers in increasing the yield of oil flax in the Kurgan region. / G. G. Karpov et al. *Razvitie nauchnoj, tvorcheskoj i innovacionnoj dejatel'nosti molodjozhi* : mat. IX Vseros. nauch.-prak. konf. molodyh uchjonyh (Lesnikovo, 29 nojabrja 2017 goda). Lesnikovo : Kurganskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. T. S. Mal'ceva, 2017. P. 219–223.

30. Rudik N. M. Economic potential of oil flax production in Ukraine. *Ahrosvit*. 2020. No. 2. P. 61–68.

31. Sorokina O. Ju. Peculiarities of mineral nutrition of oil flax when using traditional and new organic fertilizers. *Nauchnoe obespechenie proizvodstva prjadil'nyh kul'tur: sostojanie, problemy i perspektivy : sb. nauch. trudov*. Tver', 2018. P. 167–174.

32. Sorokina O. Ju. Efficiency of application of mineral fertilizers on oil flax in the Central Non-Black Earth Region. *Agrohimicheskij vestnik*. 2017. No. 1. P. 37–39.

33. Janishevskij L. I., Macijchuk V. M. Environmental assessment of the technology of growing oil flax in the conditions

*прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы* : сб. науч. трудов. Тверь, 2018. С. 167–174.

32. Сорокина О. Ю. Эффективность применения минеральных удобрений на льне масличном в Центральном Нечерноземье. *Агрехимический вестник*. 2017. № 1. С. 37–39.

33. Янишевский Л. И., Маційчук В. М. Экологическая оценка технологии выращивания льна масличного в условиях Полесья. *Вестник Белорус. гос. с.-х. акад.* 2017. № 3. С. 38–41.

of Polesie. *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii*. 2017. No. 3. P. 38–41.

Отримано 03.01.2021

## ТВАРИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-10

УДК 636.084.42:57.017.7:636.084

**С. О. ВОВК**, доктор біологічних наук

**А. І. ДМИТРОЦА**, науковий співробітник

**І. В. ПОЛЬОВИЙ**, аспірант

**В. М. БУЧИНСЬКИЙ**, аспірант

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: vovkstah@gmail.com*

### ПРОБІОТИКИ В ГОДІВЛІ ТВАРИН І ПТИЦІ

У цій оглядовій статті наведено сучасну інформацію щодо характеристики, класифікації та механізмів біологічної дії пробіотиків у травному тракті сільськогосподарських тварин і птиці. Виходячи з результатів наукових та експериментальних досліджень, які проводилися впродовж останніх років, описано механізми біологічної дії в організмі тварин і птиці пробіотичних препаратів, виготовлених на основі живих мікроорганізмів, метаболітів непатогенної мікробіоти, а також пробіотиків генно-інженерного, рослинного і тваринного походження.

Детально охарактеризовано особливості метаболічної і продуктивної дії пробіотичних добавок до раціонів жуйних і моногастричних тварин та сільськогосподарської птиці. Систематизовано і проаналізовано як вітчизняні, так і зарубіжні літературні джерела з впливу пробіотичних добавок при додаванні їх до основних раціонів великої рогатої худоби, овець, свиней, сільськогосподарської птиці на інтенсивність їх росту та розвитку, продуктивність і якість продукції. Акцентується увага на тому, що ступінь метаболічної і продуктивної дії пробіотичних препаратів в організмі тварин і птиці визначається насамперед їх якісним складом, технологією виготовлення, способом зберігання та кількісним введенням до складу раціонів.

Відзначається, що основний механізм дії пробіотиків полягає в нормалізації складу біологічної мікрофлори шлунково-кишкового тракту, тобто його заселенні конкурентоспроможними штамми бактерій-пробіотів, які здійснюють неспецифічний контроль над чисельністю умовно-патогенної мікрофлори шляхом витіснення її з кишкового біоценозу, посиленні бар'єрних функцій слизової оболонки кишечника у тварин і птиці, а також активізує процеси синтезу інтерферону лейкоцитами крові, при цьому стимулюється травлення та посилюється імунний статус організму.

У підсумку наголошується на тому, що використання пробіотичних препаратів у раціонах сільськогосподарських тварин оптимізує кількісний і

якісний склад симбіотичної мікрофлори кишечника, проявляє імуностимулюючу дію організму, а також активує перебіг метаболічних процесів, покращує продуктивні якості.

**Ключові слова:** сільськогосподарські тварини, птиця, годівля, пробіотики, механізм біологічної дії, продуктивність.

**Stakh Vovk, Andriiana Dmytrotsa, Ivan Polovuj, Vasyl Buchynskij**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

### **Probiotics in animal and poultry feeding**

The review article provides up-to-date scientific information on the characteristics, classification and mechanisms of biological action of probiotics in the digestive tract of farm animals and poultry. Based on the results of scientific research in recent years, the mechanisms of biological action (in animals and poultry) of probiotic preparations made from living microorganisms, metabolites of non-pathogenic microbiota, as well as probiotics of genetic engineering, plant and animal origin are described.

The peculiarities of metabolic and productive action of probiotic additives to the diets of ruminants, monogastric animals and poultry are described in details. Domestic and foreign literature sources on the influence of probiotic additives to the diets of cattle, sheep, pigs, chickens and waterfowl on the intensity of their growth and development, productivity and product quality are systematized and analyzed. Emphasis is placed on the fact that the degree of metabolic and productive action of probiotic supplements in animals and poultry is determined primarily by their qualitative composition, manufacturing technology and quantitative inclusion in the diet.

It is noted that the mechanism of biological action of probiotics is to strengthen the barrier functions of intestinal mucosal cells in animals and poultry, protective action against pathogenic microbiota of the digestive tract, activation of interferon synthesis by blood leukocytes, stimulation of digestive processes, strengthening the immune status.

As a result, it is emphasized that the use of probiotics in diets optimizes the quantitative and qualitative composition of the symbiotic intestinal microflora, has an immunostimulatory effect, activates metabolic processes, improves the growth and development of animals and product quality.

**Key words:** farm animals, poultry, feeding, probiotics, mechanism of biological action, productivity.

**Вступ.** Пробіотики – це живі штами мікроорганізмів, які, потрапляючи в травний тракт тварин, продуктами своєї життєдіяльності оптимізують наявний у ньому кількісний і якісний склад мікробіоти та виявляють стимулюючий вплив на її метаболічну активність. У перекладі з латинської мови термін «пробіотик» означає: pro – для, bios – життя, тобто для життя [3, 7].

В останні роки як у нашій країні, так і за її межами застосування пробіотиків та препаратів на їх основі в годівлі тварин і птиці з метою підвищення продуктивності й покращення якості продукції суттєво зростає [1, 9, 13].

**Характеристика і класифікація пробіотиків.** Найбільш використовуваними мікроорганізмами, які застосовують як пробіотики в годівельній практиці галузі тваринництва, є: молочнокислі стрептококи; дріжджові грибки; біфідобактерії; непатогенні штами кишкової палички, бацили, ентерококи та лактобактерії [7, 10, 11].

Пробіотичні препарати розділяють на окремі групи за агрегатним станом та технологією їх виготовлення [10]. За агрегатним станом пробіотики поділяють на сухі й рідкі. До сухих пробіотичних препаратів зараховують: таблетки, порошки, гранули та висушені культури мікроорганізмів. До рідких пробіотиків належать препарати у вигляді розчинів і суспензій, у яких мікроорганізми не були піддані ліофілізації.

За технологією виготовлення пробіотичні препарати поділяють на такі види [10, 15]:

- пробіотики на основі живих непатогенних мікроорганізмів;
- пробіотики на основі метаболітів або складових компонентів непатогенної мікрофлори;
- пробіотики на основі сполук мікробного та іншого походження, які стимулюють метаболічну активність біфідобактерій і лактобацил у травному тракті тварин;
- пробіотики на основі структурних компонентів та метаболітів мікроорганізмів у різних комбінаціях, які стимулюють життєдіяльність непатогенної мікробіоти травного тракту тварин;
- пробіотики на основі штамів мікроорганізмів та їх структурних компонентів і метаболітів із заданими характеристиками, отриманих за допомогою генно-інженерних технологій;
- пробіотичні препарати на основі живих непатогенних мікроорганізмів, їх метаболітів, компонентів рослинного і тваринного походження, здатних виявляти стимулюючу дію на життєдіяльність корисної мікробіоти травного тракту тварин.

**Механізм біологічної дії пробіотиків в організмі тварин і птиці.** Механізм біологічної дії пробіотичних препаратів в організмі тварин і птиці з'ясований лише частково, проте, як свідчать результати наукових досліджень останніх років, він складний і багатогранний. Встановлено, що метаболічна дія пробіотиків у травному тракті тварин і птиці значною мірою залежить від кількісного та якісного складу

мікроорганізмів і технології виготовлення пробіотичних препаратів [14, 17, 20, 37].

Експериментально доведено, що використання пробіотиків у раціонах годівлі тварин і птиці посилює бар'єрні функції клітин слизової оболонки кишечника шляхом активації процесів фосфорилювання цитоскелетів їх білкових структур та стимулює секрецію ними слизу й хлоридів [10, 21].

Пробіотики володіють широким спектром антагоністичної активності щодо патогенних та умовно патогенних мікроорганізмів у травному тракті тварин [13, 16, 20, 40]. Вони чинять позитивний вплив на перебіг обміну речовин в організмі тварин, який полягає у їх здатності знижувати проникність тканинних бар'єрів для токсинів, проявляти детоксикаційну дію щодо сполук, які утворюються в організмі господаря під впливом патогенів [23]. Пробіотичні препарати на відміну від антибіотиків, які інгібують імунні функції в організмі, стимулюють синтез антитіл проти патогенів [14, 17].

Продукуючи біологічно активні речовини, пробіотики стимулюють у мікробіоті кишечника синтез медіаторів, які активують функціонування травних процесів, діяльність печінки, серцево-судинної та кровоносної систем і таким чином позитивно впливають на метаболічні процеси в організмі тварин [16, 20, 46].

Науковими дослідженнями доведено, що метаболіти, які продукують пробіотики, виявляють антиалергічну дію, інгібуючи процеси декарбоксілювання гістидину та активуючи синтез гістидину в органах і тканинах тварин [24]. Підтверджено також, що введення пробіотичних препаратів на основі біфідо- і лактобактерій до раціонів тварин і птиці активізує синтез інтерферону лейкоцитами, посилює клітинну й гуморальну ланку імунітету, імунний статус і неспецифічну резистентність організму [44].

Пробіотики за участю бактерій роду *Bacillus*, потрапляючи в травний тракт тварин, пригнічують ріст патогенних і умовно патогенних мікроорганізмів, а продукуючи біологічно активні речовини, стимулюють активність травних ферментів [46]. Пробіотичні препарати на основі аеробних спороутворюючих бактерій стимулюють у тварин активність лімфоцитів на рівні фітогемаглютиніну і Коє-А, підвищують активність секреторних імуноглобулінів, макрофагів та природних кілерних клітин [6, 34].

Як зазначено вище, важливим механізмом дії пробіотиків в організмі тварин є регулюючий вплив на синтез імунорегулюючих цитокінів, особливо інтерферонів, відповідальних за формування

клітинної ланки імунітету. Інтерферони виконують важливу фізіологічну функцію в збереженні гомеостазу в організмі тварин, оскільки володіють вираженою противірусною, антибактеріальною, імуномодулюючою, протизапальною та антипроліферативною активністю [6, 41].

**Продуктивна дія пробіотичних добавок у раціонах годівлі жуйних тварин.** При народженні шлунково-кишковий тракт у жуйних тварин є стерильним щодо наявності мікробіоти [2, 4, 14]. Колонізація травного тракту мікроорганізмами починається з товстого кишечника в перші дні після народження [4, 9, 14] і триває орієнтовно до 12-тижневого віку [14].

У молодняка жуйних тварин пробіотичні добавки здебільшого використовують із метою стабілізації мікробіоти товстого кишечника та профілактики діареї [14, 36, 48]. У перші тижні життя в передшлунках і товстому кишечнику телят знижується чисельність лактобацил і біфідобактерій [14], тому збільшення їх надходження з кормами раціону знижує можливість прилипання патогенних мікроорганізмів до слизової оболонки кишечника [22, 36]. Зокрема, використання пробіотичних добавок на основі лактобактерій у раціонах телят у молочний період живлення посилює їх імунний захист та інтенсивність росту й розвитку [2, 9, 14, 36]. Іншими експериментами доведено, що введення добавок пробіотика «Протектоактив» до раціонів телят, до складу якого належить ліофілізована культура молочнокислих бактерій, стимулює у них розвиток передшлунків та прирости живої маси [4]. Також пробіотична добавка «Пробіоактив» на основі бактерій *Subtilis*, додана до раціону молочних телят, оптимізує у них гематологічні показники, покращує перетравність поживних речовин кормів, стимулює їх ріст і розвиток [2].

У дорослих жуйних тварин у період активного функціонування передшлунків пробіотичні добавки використовують здебільшого з метою стимуляції засвоєння клітковини рубцевою мікробіотою і для цього вводять до складу раціонів переважно препарати, виготовлені на основі дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* [13, 14, 25, 26, 28, 30, 31]. Такі пробіотичні добавки до раціонів тварин стабілізують кислотність рубцевого середовища, що дає змогу симбіотичним простішим активно розщеплювати клітковину й знижувати бактеріями продукцію лактату й метану [38, 39, 42, 43, 46]. Наукові дослідження засвідчили [25, 28, 30, 31, 36], що використання вказаних дріжджових пробіотичних добавок у годівлі корів стимулює в них рубцеву

ферментацію, істотно підвищує засвоєння клітковини та молочну продуктивність. Введення пробіотичних добавок із вмістом дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* до раціонів відгодівельної великої рогатої худоби підвищує ефективність засвоєння поживних речовин кормів, збільшує середньодобові прирости тварин та живу масу перед забоєм [14, 36, 48].

Використання в раціонах корів пробіотика на основі культури гриба *Aspergillus oryzae* підвищує молочну продуктивність тварин та вміст білка й сухих речовин у молоці [36].

У годівлі дорослих жуйних тварин також часто застосовують пробіотичні добавки, до складу яких входять лактапродукуючі бактерії (*Enterococcus* і *Lactobacillus*), з метою профілактики виникнення ацидозів при споживанні тваринами підвищених кількостей концентрованих кормів [14, 36, 43, 47].

У дослідженнях на кітних і лактуючих вівцематках виявлено, що введення до складу їх раціону пробіотичної добавки із вмістом бактерій штамів *Bacillus licheniformis* і *subtilis* істотно збільшує вміст білка й жиру в молоці, підвищує масу тіла новонароджених ягнят та їх життєздатність [26, 27].

**Пробіотичні добавки в раціонах годівлі моногастричних тварин.** У низці наукових досліджень переконливо доведено високу ефективність використання пробіотичних добавок у раціонах годівлі різних вікових і продуктивних груп свиней [33, 35, 45, 49]. Зокрема, експериментами [45] засвідчено, що введення пробіотика «DSM 7134», виготовленого на основі штаму бактерій *Enterococcus faecium*, до складу комбікорму порослих і лактуючих свиноматок істотно підвищує засвоєння поживних речовин в їх організмі, покращує травні процеси, активує синтез білків мікробіотою товстого кишечника. В інших дослідженнях [36, 45, 49] встановлено оптимізуючий вплив пробіотичного препарату «Biorplus 2В», який містить бактерії *Bacillus subtilis* і *licheniformis*, на біохімічний профіль крові та поживність молока свиноматок при застосуванні його добавок у їхніх раціонах.

Введенням пробіотичних добавок «Састура» та «Мікробон», які містять дріжджі *Saacharomices cerevisiae*, до кормосумішей для відгодівельних свиней досягнуто суттєвого підвищення інтенсивності росту тварин та покращення біологічної і харчової якості свинини [45, 49].

Використання в комбікормі порослят упродовж 10 діб після відлучення їх від свиноматок добавок пробіотика «LSP 122» зі штамом бактерій *Bacillus licheniformis* профілакує появу діареї, стимулює ріст

і розвиток тварин, підвищує збереженість [33]. Встановлено також, що додавання до кормосумішей відлучених поросят пробіотичного препарату «NCIMB 10415», виготовленого на основі бактерій *Enterococcus faecium* і *Bacillus cereus*, має виражений імуностимулюючий ефект, зменшує чисельність патогенних мікроорганізмів у товстому кишечнику і Т-цитотоксичних клітин в його епітелії [33, 36].

### **Пробіотики в раціонах годівлі сільськогосподарської птиці.**

У галузі птахівництва використання пробіотичних препаратів із метою підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції сільськогосподарської птиці зростає особливо швидкими темпами [5, 18, 29, 32].

Експериментальними дослідженнями групи науковців доведено, що використання добавок пробіотика на основі штамів мікроорганізмів *Lactobacillus acidophilus* у комбікормі курей істотно підвищує трансформацію поживних речовин кормів та яєчну продуктивність, суттєво знижує рівень холестерину в жовтку яєць, унаслідок чого значно покращується їх харчова якість [29]. Роботами інших учених встановлено, що пробіотик «Viorplus 2B», що містить види бактерій *subtilis* і *licheniformis*, введений до складу комбікорму курей, значно підвищує несучість птиці, зменшує коефіцієнт дефектності яєць, знижує рівень тригліцеролів і холестеролу в крові та жовтку яєць [18].

Використання пробіотичних препаратів із специфічними антитілами щодо сальмонел у комбікормах для курчат-бройлерів суттєво зменшує колонію вказаних патогенних штамів мікроорганізмів у кишечнику, підвищує прирости живої маси тіла та якість м'яса птиці [32].

Введення добавок пробіотиків «Вітафорт» і «Лактобіфадол», виготовлених на основі лакто- і біфідобактерій, до кормосумішей для каченят і гусенят оптимізує чисельність еритроцитів і лейкоцитів у крові пташенят, стимулює метаболічні процеси в організмі та інтенсивність їх росту й розвитку, а використання вказаних пробіотичних препаратів у раціонах батьківського стада качок і гусей підвищує несучість птахів та покращує інкубаційні якості яєць [2, 4].

**Висновок.** Механізми біологічної дії окремих пробіотичних препаратів в організмі тварин і птиці повністю не з'ясовані, проте переконливо доведено, що їх використання в раціонах оптимізує кількісний і якісний склад симбіотичної мікробіоти кишечника, проявляє імуностимулюючу дію, активує перебіг метаболічних

процесів, покращує ріст і розвиток тварин та якість тваринної продукції. У перспективі важливим є дослідити нові класи пробіотиків, всесторонньо вивчити механізми їх метаболічної дії в організмі тварин і птиці залежно від виду, віку, статі, фізіологічного стану та впливу годівельних факторів.

#### Список використаної літератури

1. Гарда С. О., Даниленко С. Г., Литвинов Г. С. Біотехнологічні аспекти аналізу мікрофлори сільськогосподарської птиці. *Biotechnologia acta*. 2014. Вип. 7 (4). С. 25–34.
2. Гончарук В. В. Показники крові телят при споживанні біологічно активної кормової добавки Пробіоактив. *Зб. наук. пр. Вінницького НАУ*. 2010. Вип. 3. С. 12–15.
3. Григорьев Д. Ю. Роль пробиотиков при выращивании поросят. *Сучасні аграрні технології*. 2012. № 10. С. 46–50.
4. Застосування пробіотику Протекоактив під час вирощування телят раннього віку / В. А. Болоховська та ін. Біла Церква, 2008. 34 с.
5. Кильдиярова И. Д. Использование пробиотиков в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц. *Международный журнал «Инновационная наука»*. Уфа, 2016. № 6. С. 31–35.
6. Кордон Т. І. Принципи створення, механізм дії та клінічне застосування пробіотиків. *Annals of Mechnikov Institute*. 2014. № 2. Р. 8–16.
7. Коцюмбас І. Я., Жила М. І., Шкіль М. І. Пробиотики – необхідна складова при сучасних технологіях вирощування тварин. *Наук. вісник ЛНУВМБТ. ім. С. З. Гжицького*. 2013. Вип. 3 (57). С. 174–181.
8. Куртяк Б. М., Романович М. М. Застосування пробіотиків у птахівництві – основа епізоотичного благополуччя птахогосподарств. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2015. Вип. 17 (2). С. 100–102.
9. Мазуренко М. О., Гончарук В. В. Перетравність корму і обмін азоту у телят при згодовуванні препарату Пробіоактив.

#### References

1. Harda S. O., Danylenko S. H., Lytvynov H. S. Biotechnological aspects of analysis of poultry microflora. *Biotechnologia acta*. 2014. Vol. 7 (4). P. 25–34.
2. Honcharuk V. V. Indicators of calves' blood when consuming biologically active feed additive Probioactive. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho NAU*. 2010. Vol. 3. P. 12–15.
3. Hryhorev D. Y. The role of probiotics in raising piglets. *Suchasni ahrarni tekhnologii*. 2012. No. 10. P. 46–50.
4. The use of a probiotik Proteoactive in the rearing of young calves / V. A. Bolokhovska et. al. Bila Tserkva, 2008. 34 p.
5. Kyldiarova I. D. Use of probiotics in feeding farm animals and poultrie. *Mezhdunarodnui nauchnui zhurnal «Ynnovatsyonnaia nauka»*. Ufa, 2016. No. 6. P. 31–35.
6. Kordon T. I. Principles of creation, mechanism of action and clinical use of probiotics. *Annals of Mechnikov Institute*. 2014. No. 2. P. 8–16.
7. Kotsiumbas I. Y., Zhyla M. I., Shkil M. I. Probiotics are a necessary component of modern animal husbandry technologies. *Naukovyi visnyk LNUVMBT. im. S. Z. Gzhytskoho*. 2013. Vol. 3 (57). P. 174–181.
8. Kurtiak B. M., Romanovych M. M. The use of probiotics in poultry is the basis of epizootic welfare of poultry farms. *Naukovyi visnyk LNUVMBT. im. S. Z. Gzhytskoho*. 2015. Vol. 17 (2). P. 100–102.
9. Mazurenko M. O., Honcharuk V. V. Digestibility of feed and nitrogen

- Зб. наук. пр. Вінницького НАУ. 2010. Вип. 4. С. 121–123.
10. Мікробіологічні аспекти пробіотичних препаратів / О. В. Крисенко та ін. *Вісник Дніпропетровського ун-ту*. 2010. Вип. 18. Т. 2. С. 19–24.
11. Молекулярно-біологічні механізми дії дріжджів на організм тварин / Г. В. Колісник, М. В. Камінська, Н. І. Борецька та ін. *Біологія тварин*. 2010. Т. 12. № 2. С. 54–62.
12. Панин А. Н., Малик Н. И., Илаев О. С. Пробиотики в животноводстве – состояние и перспективы. *Ветеринария*. 2012. № 3. С. 3–8.
13. Показники крові та інтенсивність росту поросят при дії дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* / В. В. Влізло, Я. Я. Ковальчук, О. І. Вішчур, І. І. Ковальчук. *Наук. вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. 2010. Вип. 151. Ч. 1. С. 49–53.
14. Пробиотичні препарати у тваринництві / М. О. Мазуренко та ін. *Вінниця*, 2011. 68 с.
15. Решетніченко О., Орлов Л., Крюков В. Пробиотики в годівлі тварин. *Тваринництво України*. 2012. № 5. С. 25–29.
16. Стояновський В. Г., Коломієць І. А. Пробиотики та імунна система шлунково-кишкового тракту птиці. *Сучасне птахівництво*. 2011. Вип. 4 (101). С. 21–25.
17. Чудак Р. А., Вознюк О. І., Подолян Ю. М. Ефективність використання пробіотика у годівлі перепелів. *Зб. наук. пр. Вінницького НАУ*. 2013. Вип. 5 (78). С. 92–96.
18. Ajuwon K. M. Toward a better understanding of mechanisms of probiotic and prebiotics action in poultry species. *J. Appl. Res.* 2016. Vol. 25. P. 277–283.
19. Ashraf R., Shah N. R. Immune system stimulation by probiotic microorganisms. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2014. Vol. 54 (7). P. 938–956.
20. Bondarenko V. M. Molecular cellular mechanisms of therapeutic action of probiotic drugs. *J. Farmateka*. 2010. Vol. 196. No. 2. P. 26–32.
- metabolism in calves when fed the drug Probioactive. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho NAU*. 2010. Vol. 4. P. 121–123.
10. Microbiological aspects of probiotic drugs / O. V. Krysenko et al. *Visnyk Dnipropetrovskoho Universytetu*. 2010. Issue 18. Vol. 2. P. 19–24.
11. Molecular-biological mechanisms of action of yeast on the body of animals / H. V. Kolisnyk, M. V. Kaminska, N. I. Boretska et al. *Biolohiia tvaryn*. 2010. Vol. 12. No. 2. P. 54–62.
12. Panyin A. N., Malyk N. Y., Ylaev O. S. Probiotics in animal husbandry – status and prospects. *Veterynariya*. 2012. No. 3. P. 3–8.
13. Blood parameters and growth intensity of piglets under the action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* / V. V. Vlizlo, Y. Y. Kovalchuk, O. I. Vishchur, I. I. Kovalchuk. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2010. Vol. 151. Ch. 1. P. 49–53.
14. Probiotic drugs in animal husbandry / M. O. Mazurenko et al. *Vinnysia*, 2011. 68 p.
15. Reshetnichenko O., Orlov L., Kriukov V. Probiotics in animal nutrition. *Tvarynyntstvo Ukrainy*. 2012. No 5. P. 25–29.
16. Stoianovskyi V. H., Kolomiets I. A. Probiotics and the immune system of the gastrointestinal tract of birds. *Suchasne ptakhivnytstvo*. 2011. Vol. 4 (101). P. 21–25.
17. Chudak R. A., Vozniuk O. I., Podolian Y. M. Efficacy of probiotic use in quail feeding. *Zbirnyk nauk. prats Vinnytskoho NAU*. 2013. Vol. 5 (78). P. 92–96.
18. Ajuwon K. M. Toward a better understanding of mechanisms of probiotic and prebiotics action in poultry species. *J. Appl. Res.* 2016. Vol. 25. P. 277–283.
19. Ashraf R., Shah N. R. Immune system stimulation by probiotic microorganisms. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2014. Vol. 54 (7). P. 938–956.

21. Caramia G. Probiotics: from Metchnikoff to the current preventive and therapeutic possibilities. *Pediatr. Med. Chir.* 2004. Vol. 26 (1). P. 19–33.
22. Chaucheyras-Durand F., Durand H. Probiotics in animal nutrition and health. *Benef. Microbes.* 2010. № 1. P. 3–9.
23. Chralampopoulos D., Rastall R. A. Prebiotics and Probiotics Science and Technology. *UK: Springer.* 2009. 1265 p.
24. Dekker J. Probiotics revisited: new strains, new benefits, new opportunities. *Pediatric Pharmacology.* 2012. Vol. 9 (2). P. 40–45.
25. Differing effects of 2 active dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) strains on ruminal acidosis and methane production in nonlactating dairy cows / Y. H. Chung et al. *J. Dairy Sci.* 2011. Vol. 94. P. 2431–2439.
26. Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: New type of interaction / L. Brossard et al. *J. Anim. Sci.* 2006. Vol. 82. P. 829–836.
27. Effect of *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* supplementation of Ewes feed on sheep milk production and young lamb mortality / S. K. Kritas et al. *J. Vet. Med. Ser.* 2006. Vol. 53. P. 170–173.
28. Effect of chelated chromium supplementation on lactation performance and blood parameters of holstein cows under heat stress / M. Y. Al-Saiady et al. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2015. Vol. 117. P. 223–233.
29. Effect of probiotic supplementation on laying hen diets on yield performance and serum and egg yolk cholesterol / V. Kurtoglu et al. *Food Addit. Contam.* 2004. Vol. 21. P. 817–823.
30. Effects of feeding Propionibacteria to dairy cows on milk yield, milk components and reproduction / D. R. Stein et al. *J. Dairy Sci.* 2006. Vol. 89. P. 111–125.
31. Establishing populations of *Megasphaera elsdenii* YE34 and *Butyrivibrio fibrisolvens* YE44 in the rumen of cattle fed high grain diets / A. V. Klive et al. *J. Appl. Microbiol.* 2003. Vol. 95. P. 621–630.
32. Evaluation of avian-specific probiotic and *Salmonella* Enteritidis,
20. Bondarenko V. M. Molecular cellular mechanisms of therapeutic action of probiotic drugs. *J. Farmateka.* 2010. Vol. 196. No. 2. P. 26–32.
21. Caramia G. Probiotics: from Metchnikoff to the current preventive and therapeutic possibilities. *Pediatr. Med. Chir.* 2004. Vol. 26 (1). P. 19–33.
22. Chaucheyras-Durand F., Durand H. Probiotics in animal nutrition and health. *Benef. Microbes.* 2010. № 1. P. 3–9.
23. Chralampopoulos D., Rastall R. A. Prebiotics and Probiotics Science and Technology. *UK: Springer.* 2009. 1265 p.
24. Dekker J. Probiotics revisited: new strains, new benefits, new opportunities. *Pediatric Pharmacology.* 2012. Vol. 9 (2). P. 40–45.
25. Differing effects of 2 active dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) strains on ruminal acidosis and methane production in nonlactating dairy cows / Y. H. Chung et al. *J. Dairy Sci.* 2011. Vol. 94. P. 2431–2439.
26. Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: New type of interaction / L. Brossard et al. *J. Anim. Sci.* 2006. Vol. 82. P. 829–836.
27. Effect of *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* supplementation of Ewes feed on sheep milk production and young lamb mortality / S. K. Kritas et al. *J. Vet. Med. Ser.* 2006. Vol. 53. P. 170–173.
28. Effect of chelated chromium supplementation on lactation performance and blood parameters of holstein cows under heat stress / M. Y. Al-Saiady et al. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2015. Vol. 117. P. 223–233.
29. Effect of probiotic supplementation on laying hen diets on yield performance and serum and egg yolk cholesterol / V. Kurtoglu et al. *Food Addit. Contam.* 2004. Vol. 21. P. 817–823.
30. Effects of feeding Propionibacteria to dairy cows on milk yield, milk components and reproduction / D. R. Stein et al. *J. Dairy Sci.* 2006. Vol. 89. P. 111–125.

- Salmonella Typhimurium and Salmonella Heidelberg-specific antibodies on cecal colonization and organ invasion of Salmonella Enteritidis in broilers / G. Tellez et al. *J. Food Prot.* 2001. Vol. 64. P. 87–91.
33. Fairbrother J. M., Nadeau E., Gyles C. L. Escherichia coli in postweaning diarrhea in pigs: an update on bacterial types, pathogenesis, and prevention strategies. *Anim. Health Res. Rev.* 2015. Vol. 6. No. 1. P. 17–39.
34. Icy D. Recombinant technology and probiotics. *International J. Engineering and Technology.* 2011. Vol. 3. P. 288–293.
35. Lactobacillus reuteri 5007 modulates tight function protein expression in IPEC-J2 cells with LPS stimulation and in newborn piglets under normal conditions / F. Yang et al. *BMC Microbiol.* 2015. Vol. 15. P. 32–37.
36. Markowiak P., Slizewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens.* 2018. Vol. 10. No. 21. P. 2–20.
37. Mechanisms of action of probiotics: recent advances / S. C. Ng et al. *Inflamm Bowel Dis.* 2009. Vol. 15. P. 300–310.
38. Metaanalysis of the influence of Saccharomyces cerevisiae supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants / M. Desnoyers et al. *J. Dairy Sci.* 2009. Vol. 92. P. 1620–1632.
39. Nocek J. E., Kautz W. P. Direct-fed microbial supplementation on ruminal digestion, health and performance of pre- and postpartum dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2006. Vol. 89. P. 260–266.
40. Probiotics and their derivatives as treatments for inflammatory bowel disease / L. Prisciandaro et al. *Inflamm Bowel Dis.* 2009. Vol. 15. P. 1906–1914.
41. Probiotics, prebiotics and the gastrointestinal tract in health and disease / L. Vitetta et al. *Inflammopharmacology.* 2014. Vol. 22 (3). P. 135–154.
42. Robinson P. H., Erasmus L. J. Effects of analyzable diet components on responses of lactating dairy cows to Saccharomyces cerevisiae based yeast products: A systematic review of the
31. Establishing populations of Megasphaera elsdenii YE34 and Butyrivibrio fibrisolvens YE44 in the rumen of cattle fed high grain diets / A. V. Klive et al. *J. Appl. Microbiol.* 2003. Vol. 95. P. 621–630.
32. Evaluation of avian-specific probiotic and Salmonella Enteritidis, Salmonella Typhimurium and Salmonella Heidelberg-specific antibodies on cecal colonization and organ invasion of Salmonella Enteritidis in broilers / G. Tellez et al. *J. Food Prot.* 2001. Vol. 64. P. 87–91.
33. Fairbrother J. M., Nadeau E., Gyles C. L. Escherichia coli in postweaning diarrhea in pigs: an update on bacterial types, pathogenesis, and prevention strategies. *Anim. Health Res. Rev.* 2015. Vol. 6. No. 1. P. 17–39.
34. Icy D. Recombinant technology and probiotics. *International J. Engineering and Technology.* 2011. Vol. 3. P. 288–293.
35. Lactobacillus reuteri 5007 modulates tight function protein expression in IPEC-J2 cells with LPS stimulation and in newborn piglets under normal conditions / F. Yang et al. *BMC Microbiol.* 2015. Vol. 15. P. 32–37.
36. Markowiak P., Slizewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens.* 2018. Vol. 10. No. 21. P. 2–20.
37. Mechanisms of action of probiotics: recent advances / S. C. Ng et al. *Inflamm Bowel Dis.* 2009. Vol. 15. P. 300–310.
38. Metaanalysis of the influence of Saccharomyces cerevisiae supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants / M. Desnoyers et al. *J. Dairy Sci.* 2009. Vol. 92. P. 1620–1632.
39. Nocek J. E., Kautz W. P. Direct-fed microbial supplementation on ruminal digestion, health and performance of pre- and postpartum dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2006. Vol. 89. P. 260–266.
40. Probiotics and their derivatives as treatments for inflammatory bowel disease /

- literature. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2009. Vol. 149. P. 185–198.
43. Ruminant supplementation of direct-fed microbials on diurnal pH variation and in situ digestion in dairy cattle / J. E. Nocek et al. *J. Dairy Sci.* 2002. Vol. 85. P. 429–433.
44. Shevyakov M. A., Sobolev A. V. Immunomodulation by using probiotics: range of clinical applications and conditions for effectiveness. *The difficult patient.* 2013. Vol. 11. No. 11. P. 43–47.
45. Simon O. Microorganisms as feed additives-probiotics. *Adv. Pork Prod.* 2005. Vol. 16. P. 161–167.
46. Sorokulova I. B. Preclinical testing in the development of probiotics: a regulatory perspective with *Bacillus* strains as an example. *Clinical Infectious Diseases.* 2008. Vol. 46. P. 92–96.
47. Stone W. C. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2004. Vol. 87. P. 13–26.
48. Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of prodiotics / prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes and Environments.* 2015. Vol. 30. No. 30. P. 126–132.
49. Willing B. P., Malik G., Van Kessel A. G. Nutrition and gut health in swine. *Sustainable swine nutrition.* Chichester : Wiley, 2012. P. 197–213.
- L. Prisciandaro et al. *Inflamm Bowel Dis.* 2009. Vol. 15. P. 1906–1914.
41. Probiotics, prebiotics and the gastrointestinal tract in health and disease / L. Vitetta et al. *Inflammopharmacology.* 2014. Vol. 22 (3). P. 135–154.
42. Robinson P. H., Erasmus L. J. Effects of analyzable diet components on responses of lactating dairy cows to *Saccharomyces cerevisiae* based yeast products: A systematic review of the literature. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2009. Vol. 149. P. 185–198.
43. Ruminant supplementation of direct-fed microbials on diurnal pH variation and in situ digestion in dairy cattle / J. E. Nocek et al. *J. Dairy Sci.* 2002. Vol. 85. P. 429–433.
44. Shevyakov M. A., Sobolev A. V. Immunomodulation by using probiotics: range of clinical applications and conditions for effectiveness. *The difficult patient.* 2013. Vol. 11. No. 11. P. 43–47.
45. Simon O. Microorganisms as feed additives-probiotics. *Adv. Pork Prod.* 2005. Vol. 16. P. 161–167.
46. Sorokulova I. B. Preclinical testing in the development of probiotics: a regulatory perspective with *Bacillus* strains as an example. *Clinical Infectious Diseases.* 2008. Vol. 46. P. 92–96.
47. Stone W. C. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2004. Vol. 87. P. 13–26.
48. Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of prodiotics / Prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes and Environments.* 2015. Vol. 30. No. 30. P. 126–132.
49. Willing B. P., Malik G., Van Kessel A. G. Nutrition and gut health in swine. *Sustainable swine nutrition.* Chichester: Wiley. 2012. P. 197–213.

Отримано 29.12.2020

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-11

УДК 631.862.1:636.52/58:504.05

**М. І. ВОРОБЕЛЬ**, кандидат сільськогосподарських наук

**В. В. КАПЛІНСЬКИЙ**, кандидат ветеринарних наук

**О. Я. КЛИМ**, кандидат сільськогосподарських наук

**А. І. ДМИТРОЦА**, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: vorobelmariia@gmail.com

## **ЕМІСІЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ У КУРЯЧОМУ ПОСЛІДІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ**

На основі проведених досліджень встановлено ефективну дію природних сорбентів перліту, сапоніту та вермикуліту на зниження ферментативних процесів у курячому посліді (*in vitro*), що підтверджується зменшенням показника рН, який визначає спрямованість бродіння.

У процесі експерименту виявлено, що водночас із нижчим рівнем рН після внесення природних сорбентів у зброджений курячий послід, незалежно від їх кількості, у всіх варіантах відбувається зменшення виходу досліджуваних парникових газів  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  та  $\text{NO}$ . Зокрема, застосування природного сорбенту перліту в дозі 2% обумовлює зниження емісії метану та вуглекислого газу з курячого посліду на 5,1%, у кількості 3% – на 7,1%, а при рівні 4% – на 8,3%. Результати досліджень засвідчили, що перліт залежно від дози внесення 2–4% у зброджений субстрат також сприяє нижчому виходу оксиду азоту на 6,8–9,3%. У дослідних варіантах із додаванням сапоніту в кількостях 2–4% рівень виділення  $\text{CH}_4$  та  $\text{CO}_2$  з курячого посліду був менший на 5,7–9,8%, а емісія  $\text{NO}$  знижувалася на 4,2–6,5% порівняно з контрольним аналогом. Природний сорбент вермикуліт у різних дозах – 2; 3 і 4% – обумовлює зменшення обсягу виходу вуглекислого газу та метану при анаеробній ферментації курячого посліду (*in vitro*) відповідно до контролю на 11,4; 14,4 і 15,6%. У варіантах із застосуванням вермикуліту в зазначених кількостях відбувалося також зниження й оксиду азоту на 7,9; 9,6 і 11,2% відповідно.

На основі аналізу одержаних результатів встановлено, що досліджувані природні сорбенти перліт, сапоніт і вермикуліт зменшують рівень виділення парникових газів із курячого посліду. Найефективнішу дію на зниження активності ферментативних процесів у курячому посліді (*in vitro*) та емісії досліджуваних парникових газів метану, вуглекислого газу та оксиду азоту проявляє природний сорбент вермикуліт. Отже, проведені дослідження вказують на можливість використання вермикуліту як при зберіганні посліду на птахофабриках у сховищах (лагунах) для запобігання забрудненню

навколишнього природного середовища, так і для розроблення органічно-мінеральних добрив.

**Ключові слова:** кури, послід, парникові гази, метан, вуглекислий газ, оксид азоту, бродіння, природні сорбенти.

**Mariia Vorobel, Vasyl Kaplinsky, Oleh Klym, Andriiana Dmytrotsa**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

### **Greenhouse gas emissions in chicken dung at the using of natural sorbents**

On the basis of conducted research it was found the effective action of natural sorbents – perlite, saponite and vermiculite on the decrease of fermentative processes in chicken dung (*in vitro*), that is confirmed by a reduce in pH, which determines the direction of fermentation. During the experiment it was found that at the same time with lower pH level, after the introduction of natural sorbents in fermented chicken dung, regardless of their amount, in all variants there is a decrease in the output of investigated greenhouse gases – CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> and NO. In particular, the use of natural sorbent – perlite in a dose of 2 % causes reduced emission of methane and carbon dioxide from chicken dung by 5.1 %; in the amount of 3 % – by 7.1 %, and at the level of 4 % – by 8.3 %. The results of research showed that perlite, depending on the introduction dose – 2–4 %, in the fermented substrate also contributes to a lower output of nitric oxide by 6.8–9.3 %. In the experimental variants with the addition of saponite in amounts of 2–4 %, the release level of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> from chicken manure was lower by 5.7–9.8 %, and NO emission was reduced by 4.2–6.5 %, compared with a control analogue. Natural sorbent vermiculite in various doses – 2 %; 3 and 4 % causes decrease in the output of carbon dioxide and methane during anaerobic fermentation of chicken dung (*in vitro*) in accordance with the control by 11.4 %; 14.4 and 15.6 %. In variants with the use of vermiculite in the above amounts, there was also reduction in nitric oxide output by 7.9 %; 9.6 and 11.2 % respectively.

Therefore, on the basis of the received results analysis it was found that all the investigated natural sorbents – perlite, saponite and vermiculite reduce the level of greenhouse gas emissions from chicken dung. However, according to the research results, the most effective action on the decrease activity of fermentative processes in chicken dung (*in vitro*) and the emission of the investigated greenhouse gases – methane, carbon dioxide and nitric oxide has a natural sorbent – vermiculite. Thus, the research indicate the possibility of using vermiculite, both in the storage of dung on poultry farms in storage (lagoons) to prevent environmental pollution, and for the development of organo-mineral fertilizers.

**Key words:** chickens, dung, greenhouse gases, methane, carbon dioxide, nitric oxide, fermentation, natural sorbents.

**Вступ.** Інтенсивний розвиток галузі птахівництва створює проблему щодо екологічного стану навколишнього природного середовища, оскільки водночас зі збільшенням виробництва товарів

широкого вжитку (інкубаційні й харчові яйця, м'ясо, продукти забою і переробки, пух та пір'я) збільшується й кількість різноманітних відходів (у тому числі органічних відходів сільськогосподарського виробництва) [9, 22, 23, 32, 33]. Серед різного видового складу в птахівництві здебільшого відбувається зростання чисельності курей, а отже, курячого посліду, який є цінним органічним добривом завдяки високому вмісту поживних речовин, однак без належної системи зберігання й використання послід стає джерелом їх втрат і забруднення навколишнього природного середовища небезпечними компонентами [3, 21, 27]. Нагромадження значного обсягу відходів, зокрема курячого посліду, внаслідок природних мікробіологічних процесів обумовлює утворення летких продуктів розпаду, у результаті чого в докільля безперервно виділяються у великих кількостях забруднюючі речовини різного походження, в тому числі й парникові гази (метан, вуглекислий газ тощо) [4, 9, 19, 28, 29]. Останні, потрапляючи в атмосферу, поглинають тепло і затримують теплове випромінювання з поверхні планети, тим самим підвищують середню температуру повітря, яка призводить до утворення атмосферного аерозолу, виникнення кислотних дощів, посух та повеней, зменшення запасів питної води, а отже, парникові гази виступають рухомими факторами змін клімату, що спіткали людство за останнє століття [1, 5, 13, 20].

За масштабами викидів парникових газів сільське господарство є їх потужним джерелом як в Україні, так і в глобальних масштабах, хоча й поступається енергетиці та промисловості [5, 21]. Згідно з оцінками Всесвітньої організації з продовольства та сільського господарства, тваринництво продукує приблизно 18% від усіх викидів парникових газів людства – це більше, ніж викиди від транспорту (14%) [5, 11]. Зокрема, метан від цієї галузі становить приблизно 16% річних викидів у світі, а закис азоту – 17% від загального обсягу. Отже, сільське господарство, яке часто потерпає від зміни клімату, одночасно є джерелом викидів парникових газів, а тому й однією з причин цієї зміни. Найпоширеніші серед парникових газів – вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закис азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), оксид азоту ( $\text{NO}$ ) тощо [19]. Зокрема, концентрація вуглекислого газу в атмосфері з 1800 р. збільшилась на понад 25%, метану – більше ніж удвічі, а закису азоту – на 8% [1, 34]. Частка їхнього впливу на посилення парникового ефекту за останні десятиліття становить:  $\text{CO}_2$  – до 50%,  $\text{CH}_4$  – 15%,  $\text{N}_2\text{O}$  – приблизно 5–6% від загального внеску в глобальне потепління [2, 5, 20]. Згідно з прогнозами, обсяги викидів основних парникових

газів до 2030 р., за умови невжиття низки заходів щодо покращення ситуації, збільшаться в межах 25–90% порівняно з показниками 2000 р. [26]. Отже, розвиток аграрного сектору загалом і птахівництва зокрема викликає серйозні проблеми для збереження екологічної чистоти навколишнього природного середовища внаслідок накопичення відходів, що зумовлює зниження ефективності ведення сільського господарства.

Проблемам забруднення довкілля, спричиненим діяльністю птахофабрик, присвячені дослідження низки вчених, в яких для їх вирішення використовують низку сорбентів (торф, цеоліт, монтморилоніт, клиноптилоліт, бентоніт, палигорськіт) [15, 31, 35] та препарати різного походження («Ембіонік К», «Ембіко. Деструктор органіки» тощо) [16, 25, 37]. Однак, як правило, в наявних літературних джерелах наводиться інформація щодо їх впливу здебільшого на адсорбцію вологи та аміаку з підстилки в приміщеннях, а також із побічної продукції тваринного походження, що нагромаджується на птахофабриках [8]. Крім цього, у низці робіт наведено аналіз обробки підстилкових матеріалів для зменшення емісії шкідливих газів та неприємних запахів різними хімічними реагентами, але до багатьох із них є певні зауваження щодо безпеки і для довкілля та птиці, і в кінцевому підсумку – сировини для виготовлення добрив [16, 18, 30].

Враховуючи наведене, питання зменшення рівня забруднення довкілля парниковими газами від побічної продукції тваринного походження залишається актуальним та своєчасним, потребує більш ґрунтовних досліджень і є важливим аспектом у функціонуванні підприємств агропромислового комплексу для всіх країн світу, у тому числі в Україні з огляду на рентабельність та конкурентоспроможність виробництва [10, 12, 14, 15, 17]. Отже, пошук ефективних засобів та способів для зниження емісії парникових газів з курячого посліду без шкоди довкіллю має важливе наукове та практичне значення для розв'язання екологічних проблем діяльності підприємств агропромислового комплексу, що дасть змогу використовувати потенціал сільського господарства в мінімізації наслідків глобального потепління. Тому метою досліджень є встановлення ефективності дії різних доз природних сорбентів перліту, сапоніту та вермикуліту на емісію парникових газів  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$  з курячого посліду за анаеробного зброджування (*in vitro*).

**Матеріали і методи.** Експеримент виконано в лабораторії екології Інституту сільського господарства Карпатського регіону

НААН з використанням лабораторних, аналітичних та математично-статистичних методів. Для дослідження відбирали курячий послід без підстилки у ФГ «Захід-Птиця» Пустомитівського району Львівської області.

Дослідження проводили *in vitro*, використовуючи колби, закриті корками для збереження герметичності та забезпечення анаеробних умов. Біомасу (курячий послід) розбавляли водою у співвідношенні 1:1 з метою стабільності процесу анаеробного бродіння й уникнення його пригнічення амонійним азотом і сульфідами та вносили в дослідну ємність. Упродовж експерименту перемішування субстрату здійснювали шляхом інтенсивного струшування. Аналогічні умови перебігу процесу біоферментації були і в контрольному варіанті, де анаеробне зброджування субстрату відбувалося за рахунок природної мікрофлори посліду, і в дослідних аналогах із застосуванням природних сорбентів.

Процес біоферментації здійснювали за оптимальних показників бродіння відповідно до методики В. В. Шацького, О. Г. Скляра, Р. В. Скляра, О. О. Солодки [7]. У процесі дослідження на кожному етапі біоферментації (гідроліз, окислення, ацетогенез, метаногенез) підтримували температурний режим. Дослідження було проведено за мезофільного режиму при температурі в межах 33°C, оскільки цей режим характеризується найвищою стабільністю процесу й допускає незначні коливання температури без порушення бродіння. Біоферментація може здійснюватися в широкому діапазоні температур, однак не нижче 6°C, оскільки при вказаній температурі припиняється діяльність мікроорганізмів [6, 24]. Ключовим чинником, що визначає спрямованість анаеробного бродіння, є водневий показник (рН) [24, 36], саме тому під час експерименту контролювали цей параметр. Одним із важливих факторів є час процесу ферментації біомаси. Залежно від температури експозицію зброджування встановлюють у таких інтервалах: при 10–25°C – до 30 діб, при 25–40°C – від 10 до 20 діб, при 45–55°C – від 4 до 8 діб [24]. У цьому експерименті експозиція біоферментації біомаси становила 17 діб.

У зброджений курячий послід на початку утворення метану (17-та доба) додано: I варіант – контроль (без внесення речовин); II варіант – перліт, 2%; III варіант – перліт, 3%; IV варіант – перліт, 4%; V варіант – сапоніт, 2%; VI варіант – сапоніт, 3%; VII варіант – сапоніт, 4%; VIII варіант – вермикуліт, 2%; IX варіант – вермикуліт, 3%; X варіант – вермикуліт, 4%. В експерименті природні сорбенти було використано в мінімальних ефективних та економічно доцільних

дозах для процесів ферментації. Усі варіанти досліджень мали трикратну повторність.

Упродовж експерименту в умовах *in vitro* на 17-ту добу і через кожні 3 доби проводили визначення кислотності та рівня емісії парникових газів (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NO) з курячого посліду в контролі та в дослідних аналогах. Кількість виділення парникових газів CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NO при анаеробній ферментації курячого посліду (*in vitro*) визначали за допомогою переносного сигналізатора-аналізатора газів «Дозор С-М-5» (сертифікат перевірки приладу типу UA.TR.001 212-18 і сертифікат відповідності UA.TR.002.CB.1234-19). Визначення кислотності в курячому посліді здійснювали за допомогою приладу «рН-Метр Тур N5170» (виробництво – Польща).

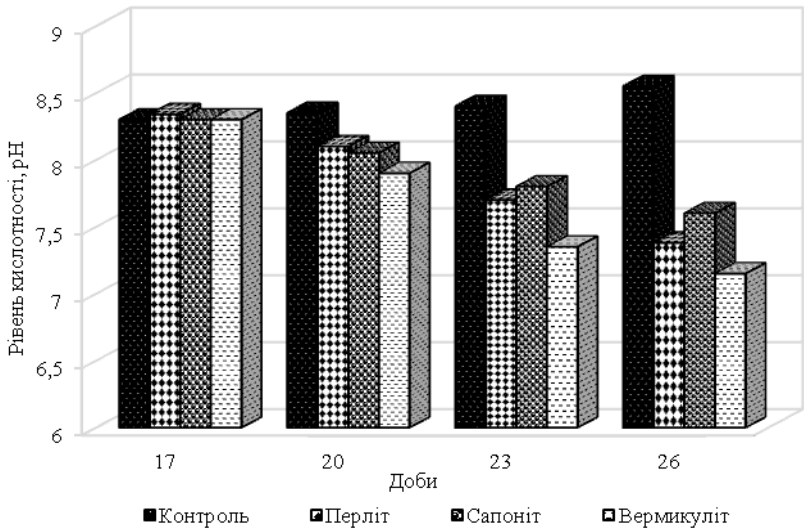
Статистичний аналіз отриманих результатів досліджень проводили, використовуючи методи варіаційної статистики, за допомогою стандартного пакета прикладних програм «Microsoft Excel» та «AtteStat» із використанням *t*-критерію Стьюдента. Різницю між середніми арифметичними значеннями вважали статистично вірогідною при:  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ .

**Результати та обговорення.** У процесі дослідження під час біоферментації курячого посліду, а саме проходження етапів гідролізу, ацидогенезу, ацетогенезу (17 діб), в контролі та дослідних варіантах рівень рН перебував у межах 8,35 од.

У подальших дослідженнях після внесення в досліджуваний субстрат – зброжений курячий послід – природних сорбентів перліту, сапоніту та вермикуліту спостерігали зниження процесів анаеробного бродіння впродовж експериментального періоду, що підтверджується зменшенням рівня показника рН, відповідно, до 7,38; 7,6 і 7,15 од. (залежно від досліджуваних речовин) порівняно з контролем, у якому відмічалось зростання рН до 8,55 од. (рис. 1).

Отже, проведений аналіз величини рН свідчить, що контрольний варіант курячого посліду (без внесення речовин) упродовж періоду досліджень мав лужну реакцію (8,35–8,55), тоді як після внесення в зброжений субстрат природних сорбентів відбувалося зміщення показника рН в кислу сторону.

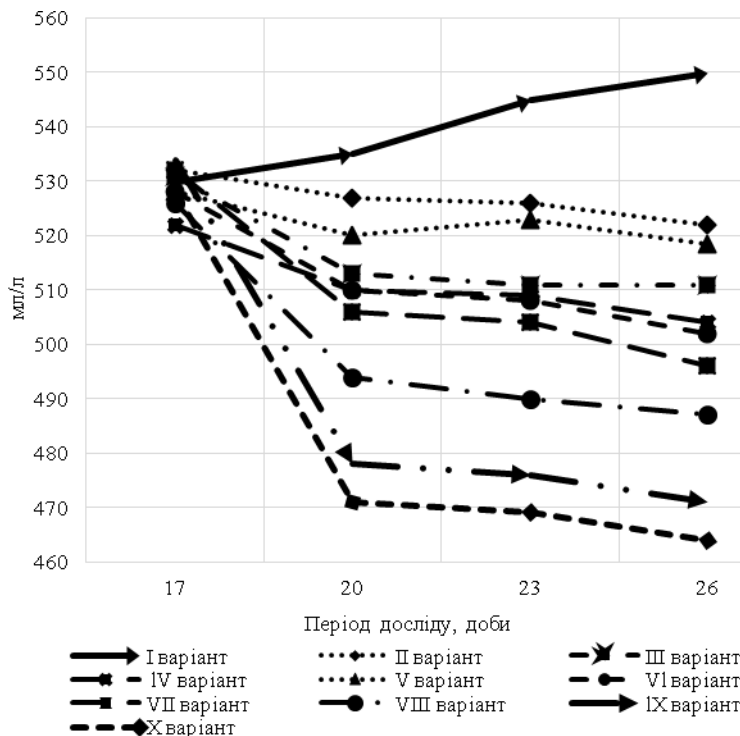
На основі аналізу одержаних результатів у процесі проведення дослідження встановлено, що при застосуванні природних сорбентів перліту, сапоніту та вермикуліту в різних дозах (2; 3 і 4%) за біоферментації курячого посліду (*in vitro*) одночасно зі зниженням показника рН відбувалося зменшення емісії парникових газів – CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> та NO (рис. 2–4).



**Рис. 1.** Зміна рівня кислотності за період проведення дослідження з використанням природних сорбентів

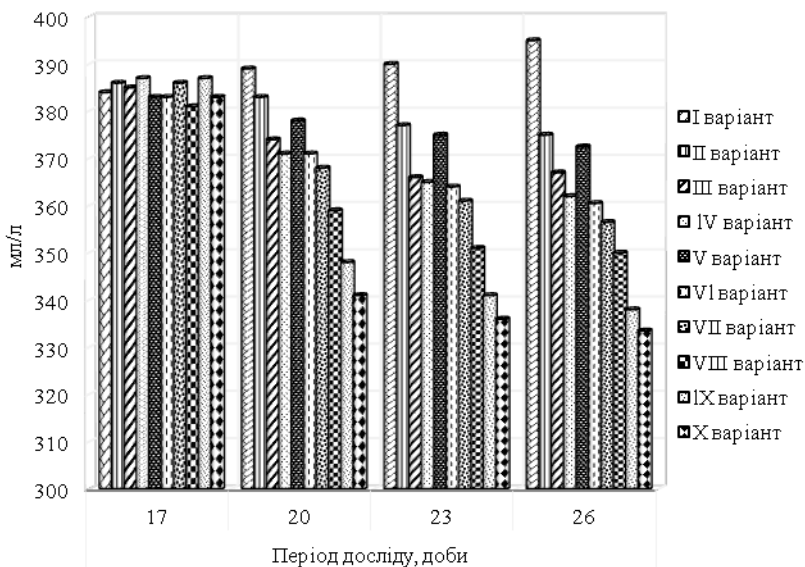
Зокрема, внесення в досліджуваний субстрат – зброджений курячий послід – перліту в різних дозах – 2; 3 і 4% – за анаеробного бродіння (*in vitro*) обумовлює зменшення виходу метану на 28; 39 та 46 мл/л, а вуглекислого газу – відповідно, на 20; 28 і 33 мл/л, що у відсотках складає 5,1; 7,1 і 8,3%. Рівень виділення NO з курячого посліду у варіантах з використанням перліту залежно від кількості внесення – 2–4% – був нижчий за контроль на 5,6–7,7 мг/м<sup>3</sup>, або 6,8–9,3%.

За результатами досліджень встановлено ефективний вплив сапоніту в різних дозах на емісію досліджуваних парникових газів CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> та NO з курячого посліду при анаеробній ферментації (*in vitro*). Зокрема, цей сорбент у дозах 2; 3 і 4% зменшує обсяг виходу метану на 31,5; 48 й 54 мл/л відповідно, а вуглекислого газу – на 22,5; 34,5 та 38,5 мл/л, тобто на 5,7; 8,7 і 9,8%. Рівень оксиду азоту із збродженого курячого посліду при внесенні сапоніту залежно від доз – 2–4% – нижчий за контроль на 3,4–5,3 мг/м<sup>3</sup>, а саме – на 4,2–6,5%.



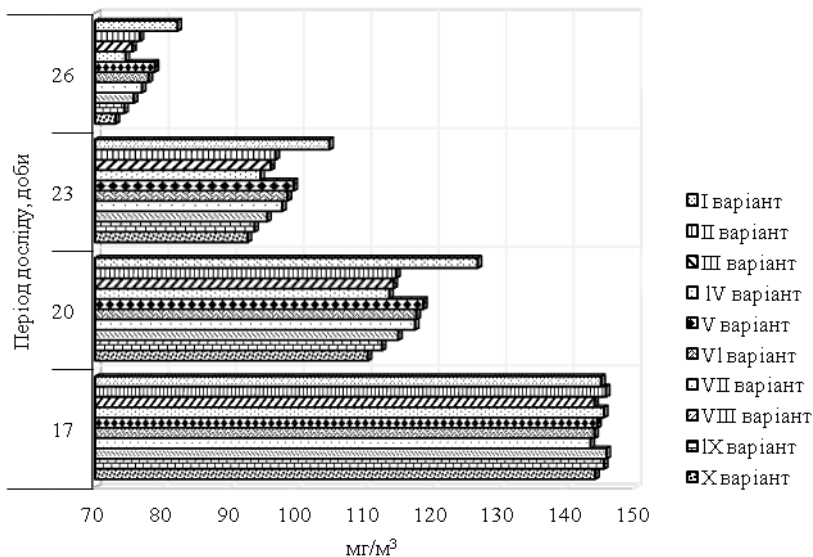
**Рис. 2. Рівень виділення CH<sub>4</sub> за період проведення дослідження при застосуванні природних сорбентів**

У варіантах із застосуванням вермикуліту в обсязі 2; 3 і 4% при анаеробній біоферментації (*in vitro*) з курячого посліду спостерігається зменшення емісії метану, відповідно, на 63; 79 і 86 мл/л щодо контрольного аналогу, а вуглекислого газу – на 45; 57 і 61,5 мл/л, що у відсотках становить 11,4; 14,4 і 15,6%. Додавання вермикуліту в досліджуваний зброджений субстрат сприяє також нижчому виходу оксиду азоту, а саме: на 6,5–9,2 мг/м<sup>3</sup>, відповідно, на 7,9–11,2% залежно від кількості внесення – 2–4%.



**Рис. 3. Рівень виділення CO<sub>2</sub> за період проведення дослідження при застосуванні природних сорбентів**

Отже, експериментально доведено, що досліджувані природні сорбенти перліт, сапоніт та вермикуліт при анаеробному бродінні курячого посліду (*in vitro*) проявляють ефективну дію на зниження обсягу виділення парникових газів CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NO. Однак на основі аналізу одержаних результатів виявлено, що найефективнішу дію з природних сорбентів на зменшення емісії метану, вуглекислого газу та оксиду азоту з курячого посліду при анаеробній біоферментації (*in vitro*) проявляє вермикуліт, що вказує на доцільність його застосування при зберіганні посліду на птахофабриках у сховищах (лагунах), тим самим запобігаючи забрудненню навколишнього середовища.



**Рис. 4. Рівень виділення NO за період проведення дослідження при застосуванні природних сорбентів**

**Висновки.** На основі одержаних результатів досліджень встановлено ефективну дію досліджуваних природних сорбентів (перліту, сапоніту, вермикуліту) на зменшення емісії парникових газів  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , NO з курячого посліду при анаеробній біоферментації (*in vitro*). Експериментально підтверджено, що застосування перліту обумовлює зниження обсягу виділення  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , NO з курячого посліду на 5,1–9,3%, сапоніту – 4,2–9,8%, а вермикуліту – 7,9–15,6%.

#### Список використаної літератури

1. Бінковська Г. В., Шаніна Т. П. Оцінка обсягів викидів парникових газів в системах поводження з сільськогосподарськими відходами Одеської області. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Сер.: Екологія*. 2016. Вип. 14. С. 91–97.
2. Биохимические и физиологические предпосылки уменьшения эмиссии метана жвачными животными / Г. А. Богданов та ін. *Сельскохозяйственная биология*. 2010. № 4. С. 13–24.

#### References

1. Binkovska H. V., Shanina T. P. Evaluation of greenhouse gas emissions in the systems of handling with agricultural wastes in Odessa region. *Visnyk KhNU imeni V. N. Karazina. Seriya: Ekologhiia*. 2016. Issue 14. P. 91–97.
2. Biochemical and physiological preconditions for reducing methane emissions by ruminants / H. A. Bohdanov et al. *Selskohoziastvennaia biolohiia*. 2010. No. 4. P. 13–24.
3. Boiko I. A. Ecological problems of poultry farming and directions of their

3. Бойко І. А. Екологічні проблеми птахівництва та напрями їх вирішення. *Матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми економіки підприємств в сучасних умовах»* (м. Київ, 21–22 травня 2015 р.). Київ, 2015. С. 205–207.
4. Бойко Л. О., Бойко В. О., Аверчева Н. О. Розробка прогнозу та перспективи розвитку галузі птахівництва до 2020 року. Технологогический аудит и резервы производства. 2016. Т. 4. Вип. 6 (30). С. 34–40. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv\\_2016\\_4%286%29\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv_2016_4%286%29_6).
5. Воробель М. І., Мороз В. В., Каплінський В. В. Ефективність впливу біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* на рівень виділення вуглекислого газу з гною ВРХ. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 4. С. 69–74.
6. Воробель М. І., Мороз В. В., Каплінський В. В. Ефективність дії природних мінералів на емісію парникових газів у гноевому субстраті. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 10. С. 35–40.
7. Вплив структури субстрату на вихід біогазу при метановому зброджуванні / В. В. Шацький та ін. *Праці ТДАТУ*. 2013. Вип. 13. Т. 3. С. 3–12.
8. Гнидюк В. С. Технологічні аспекти переробки відходів птахофабрик та тваринницьких комплексів. *Вісник ЖНАЕУ*. 2014. № 1 (39). Т. 1. С. 100–106.
9. Дутка Д. І. До питання поводження з органічними відходами птахофабрики. *Матеріали III Наук.-практ. конф. «Екологія та сталий розвиток»* (м. Маріуполь, 22–23 лютого 2018 р.). Маріуполь, 2018. С. 78–81.
10. Екологічна безпека при виробництві продукції птахівництва / О. В. Тертична та ін. *Тези міжнар. вузів. наук.-практ. конф. студ., асп. і молодих учених «Екологічний розвиток країни в рамках Європейської інтеграції»* solution. *Materialy XI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Problemy ekonomiky pidpriemstv v suchasnykh umovakh»* (m. Kyiv, 21–22 travnia 2015 r.). Kyiv, 2015. P. 205–207.
4. Boiko L. O., Boiko V. O., Avertecheva N. O. Development of the forecast and the prospect of development of the branch of poultry farming by 2020. *Tekhnolohicheskii audit i rezervy proizvodstva*. 2016. Vol. 4. Issue 6 (30). P. 34–40. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv\\_2016\\_4%286%29\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv_2016_4%286%29_6).
5. Vorobel M. I., Moroz V. V., Kaplinsky V. V. The effectiveness of influence biocomposition of fungi *Basidiomycota* upon the emission of carbon dioxide from cattle manure. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. No. 4. P. 69–74.
6. Vorobel M. I., Moroz V. V., Kaplinsky V. V. Efficiency the action of natural minerals on the emission of greenhouse gases in the manure substrate. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 10. P. 35–40.
7. Influence of substrate structure on biogas output at methane fermentation / V. V. Shatsky et al. *Praci TDATU*. 2013. Issue 13. Vol. 3. P. 3–12.
8. Hnydiuk V. S. Technological aspects of waste processing of poultry farms and livestock complexes. *Visnyk ZhNAEU*. 2014. No. 1 (39). Vol. 1. P. 100–106.
9. Dutka D. I. On the issue of organic waste management of poultry farm. *Materialy III Nauk.-prakt. konf. «Ekolohiia ta stalyy rozvytok»* (m. Mariupol, 22–23 liutoho 2018 r.). Mariupol, 2018. P. 78–81.
10. Ecological safety in the production of poultry products / O. V. Tertychna et al. *Tezy mizhnar. vuzivskoi nauk.-prakt. konf. stud., asp. i molodykh uchenykh «Ekolohichniy rozvytok krainy v ramkakh Yevropeiskoi intehtratsii»* (m. Zhytomyr, 5 travnia 2014 r.). Zhytomyr, 2014. P. 32.
11. Environmental standards EU for the livestock industry of Ukraine / Ekodiia. Kiev, 2018. URL: <https://ecoaction.org.ua/ekostandarty-es-tvarynnytstvo.html>.

(м. Житомир, 5 травня 2014 р.).  
Житомир, 2014. С. 32.

11. Екологічні стандарти ЄС для галузі тваринництва України / Екодія. Київ, 2018. URL: <https://ecoaction.org.ua/ekostandarty-es-tvarynnytstvo.html>.

12. Жуков Б. С. Сучасні проблеми в птахівництві. *Матеріали III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції «Інноваційні розробки студентів та молодих науковців в галузі технічного сервісу машин»* (м. Харків, 1–2 грудня 2016 р.). Харків, 2016. С. 21.

13. Жукорський О. М., Болтик Н. П. Забруднювачі довкілля та їх використання для виробництва біогазу на молочних фермах. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2017. Вип. 10. С. 250–259.

14. Захарченко О. В. Утилізація відходів природного походження аграрних формувань: проблемний аспект. *Вісник ХНАУ імені В. В. Докучаєва. Сер.: Економічні науки*. 2017. № 1. С. 58–67.

15. Канда М., Мальований М., Одноріг З. Мінімізація екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні діяльності птахофабрик. *Міжнар. наук. симпозиум «Сталий розвиток – стан та перспективи»* (м. Львів, Славське, 28 лютого – 3 березня 2018 р.). Львів, Славське, 2018. С. 145–146.

16. Кизь Т. В. Емісія аміаку у пташнику при додаванні до підстилки різних реагентів. *Птахівництво*. 2010. Вип. 65. С. 127–138.

17. Куркіна С. В., Розпутній О. І. Вміст важких металів у відходах птахокомбінату та екологічні особливості їх утилізації. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2012. Вип. 7 (90). С. 117–120. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt\\_2012\\_7\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2012_7_36).

18. Мельник В. О. Вплив обробки підстилки реагентами на мікроклімат пташника та відтворні якості індиків.

12. Zhukov B. S. Modern problems in poultry farming. *Materialy III Vseukr. nauk.-prakt. internet-konferentsii «Innovatsiini rozrobky studentiv ta molodykh naukovitsiv v haluzi tekhnichnogo servisu mashyn»* (m. Kharkiv, 1–2 hrudnia 2016 r.). Kharkiv, 2016. P. 21.

13. Zhukorsky O. M., Boltyk N. P. Environmental pollutants and their use for biogas production on milk farms. *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova»*. 2017. Issue 10. P. 250–259.

14. Zakharchenko O. V. Utilization of waste of natural origin of agrarian formations: problematic aspect. *Visnyk XNAU imeni V. V. Dokuchaieva. Seriya: Ekonomichni nauky*. 2017. No. 1. P. 58–67.

15. Kanda M., Malovany M., Odnorih Z. Minimization of ecological danger from environmental pollution in the area of activity of poultry farms. *Mizhnarodnyi naukovyi sympozium «Stalyi rozvytok – stan ta perspektyvy»* (m. Lviv, Slavske, 28 liutoho – 3 bereznia 2018 r.). Lviv, Slavske, 2018. P. 145–146.

16. Kyz T. V. Emission of ammonia in the poultry house when adding various reagents to the litter. *Ptakhivnytstvo*. 2010. Issue 65. P. 127–138.

17. Kurkina S. V., Rozputnii O. I. The content of heavy metals in the waste of the poultry farm and the ecological features of their utilization. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva*. 2012. Issue 7 (90). P. 117–120. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt\\_2012\\_7\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2012_7_36).

18. Melnyk V. O. Influence of litter treatment with reagents on poultry microclimate and reproductive qualities of turkeys. *Visnyk ahromoi nauky*. 2015. No. 6. P. 73–75.

19. Methane and the greenhouse effect of the atmosphere (environmental, biochemical and microbiological aspects) / L. I. Solohub, H. L. Antoniak, H. O. Bohdanov et al. Lviv: PAIS, 2008. 276 p.

20. Myxailova Ye. O. Greenhouse gas emissions in Ukraine and the world. *Materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf.*

- Вісник аграрної науки*. 2015. № 6. С. 73–75.
19. Метан і парниковий ефект атмосфери (екологічні, біохімічні та мікробіологічні аспекти) / Л. І. Сологуб, Г. Л. Антоняк, Г. О. Богданов та ін. Львів : ПАІС, 2008. 276 с.
20. Михайлова Е. О. Викиди парникових газів в Україні та світі. *Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Проблеми техногенно-екологічної безпеки : освіта, наука, практика»* (м. Харків, 24 листопада 2016 р.). Харків, 2016. С. 183–184.
21. Пінчук В. О. Емісія парникових газів у галузі тваринництва України. *Біоресурси і природокористування*. 2015. Т. 7. № 1/2. С. 115–118.
22. Рибаківа О. А. Облікові аспекти оприбуткування і використання пташиного посліду. *Агросвіт*. 2015. № 19. С. 72–77.
23. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. 2013. Вип. 13. Т. 3. С. 110–118.
24. Солук Г. С., Буцяк В. І., Буцяк А. А. Біотехнологія виробництва біогазу з відходів сільськогосподарського виробництва. *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 3 (63). С. 312–319.
25. Технологічні прийоми покращення мікроклімату у пташнику при утриманні індиків на підстилці / О. В. Мельник та ін. *Вісник ХНТУСГ імені П. Василенка*. 2013. Вип. 132. С. 434–443.
26. Холод М. Емісія парникових газів та формування ринку квот на їх викиди. *Вісник Сумського ДУ*. 2009. № 2. С. 35–42.
27. Циганок В. М., Гуля Ю. В. Аналіз виробництва продукції птахівництва в умовах ринкових перетворень. *Вісник ЖНАУ*. 2011. № 1. Т. 2. С. 276–287.
28. Adekunle K. F., Okolie J. A. A review of biochemical process of «*Problemy tekhnogenno-ekolohichnoi bezpeky : osvita, nauka, praktyka*» (m. Kharkiv, 24 lystopada 2016 r.). Kharkiv, 2016. P. 183–184.
21. Pinchuk V. O. Greenhouse gas emissions in livestock Ukraine. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2015. Vol. 7. No. 1/2. P. 115–118.
22. Rybakova O. A. Registration aspects of receipt and use of birds manure. *Ahrosvit*. 2015. No. 19. P. 72–77.
23. Skliar O. H., Skliar R. V. Properties of biofertilizers obtained after anaerobic fermentation of manure. *Pratsi TDAU*. 2013. Issue 13. Vol. 3. P. 110–118.
24. Solyk H. S., Butsiak V. I., Butsiak A. A. Biotechnology of biogas production from agricultural activities. *Nauk. visn. LNUVM ta BT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2015. Vol. 17. No. 3 (63). P. 312–319.
25. Technological methods of improving the microclimate in the poultry house when keeping turkeys on the litter / O. V. Melnyk et al. *Visnyk XNTUSH imeni P. Vasylenka*. 2013. Issue 132. P. 434–443.
26. Kholod M. The emission of greenhouse gases and the formation of the market of quotas on emissions. *Visnyk Sumskoho DU*. 2009. No. 2. P. 35–42.
27. Tsyhanok V. M., Hulia Yu. V. Analysis of production of poultry farming products in the conditions of market transformations. *Visnyk ZhNAU*. 2011. No. 1. Vol. 2. P. 276–287.
28. Adekunle K. F., Okolie J. A. A review of biochemical process of anaerobic digestion. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 2015. Vol. 6. P. 205–212.
29. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions : Review / J. M.-F. Johnson et al. *Environmental Pollution*. 2007. Vol. 150. P. 107–124.
30. Berg W., Hornig G. Emission reduction by acidification of slurry – Investigations and assessment. *Proc. of the Int. Symp. on Ammonia and Odour Emissions from Animal Production* (6–10 Oct. 1997). NVTL, Rosmalen, the Netherlands. P. 459–466.

anaerobic digestion. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 2015. Vol. 6. P. 205–212.

29. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions: Review / J.M.-F. Johnson et al. *Environmental Pollution*. 2007. Vol. 150. P. 107–124.

30. Berg W., Hornig G. Emission reduction by acidification of slurry – Investigations and assessment. *Proc. of the Int. Symp. on Ammonia and Odour Emissions from Animal Production* (6–10 Oct. 1997). NVTL, Rosmalen, the Netherlands. P. 459–466.

31. Bernal M. P., Lopez-Real J. M. Natural zeolites and sepiolite as ammonium and ammonia adsorbent materials. *Biores. Technol.* 1993. No. 43. P. 27–33.

32. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: A global life cycle assessment / M. MacLeod et al. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. 172 p.

33. Homidan A. Al., Robertson J. F., Petchey A. M. Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance. *World's Poultry Sci. J.* 2003. Vol. 59. Issue 3. P. 340–349.

34. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 1992, The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, 1992. 200 p.

35. Natural zeolites in diet or litter of broilers / A. F. Schntider et al. *British Poultry Science*. 2016. Vol. 57. No. 2. P. 257–263.

36. Vandre R., Clemens J. Studies on the relationship between slurry pH, volatilization processes and the influence of acidifying additives. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 1996. No. 47. P. 157–165.

37. Witter E. Use of  $\text{ClCa}_2$  to decrease ammonia volatilization after application of fresh and anaerobic chicken slurry to soil. *J. Soil Sci.* 1991. Vol. 42. No. 3. P. 369–380.

31. Bernal M. P., Lopez-Real J. M. Natural zeolites and sepiolite as ammonium and ammonia adsorbent materials. *Biores. Technol.* 1993. No. 43. P. 27–33.

32. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: A global life cycle assessment / M. MacLeod et al. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. 172 p.

33. Homidan A. Al., Robertson J. F., Petchey A. M. Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance. *World's Poultry Sci. J.* 2003. Vol. 59. Issue 3. P. 340–349.

34. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, 1992. 200 p.

35. Natural zeolites in diet or litter of broilers / A. F. Schntider et al. *British Poultry Science*. 2016. Vol. 57. No. 2. P. 257–263.

36. Vandre R., Clemens J. Studies on the relationship between slurry pH, volatilization processes and the influence of acidifying additives. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 1996. No. 47. P. 157–165.

37. Witter E. Use of  $\text{ClCa}_2$  to decrease ammonia volatilization after application of fresh and anaerobic chicken slurry to soil. *J. Soil Sci.* 1991. Vol. 42. No. 3. P. 369–380.

Отримано 03.01.2020

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-12

УДК 636.2:636.084

**І. В. ДУШАРА**, кандидат сільськогосподарських наук

**Н. М. ФЕДАК, С. П. ЧУМАЧЕНКО**, кандидати біологічних наук

**Л. М. ДАРМОГРАЙ**, доктор сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: natali\_fedak@i.ua*

## **ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ І ЯКІСТЬ МОЛОКА ЗА ЗГОДОВУВАННЯ СИЛОСУ, ЗАКОНСЕРВОВАНОГО ПРОБІОТИЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ**

Наведено результати порівняльного вивчення якості силосів із злаково-бобових сумішок однорічних кормових культур підвищеної вологості, законсервованих пробіотичними препаратами, щодо силосу без консервантів і їх впливу на молочну продуктивність корів та якісні параметри молока.

Дослідження проведено на трьох групах корів української чорно-рябій молочної породи. Крім основного раціону, корови контрольної групи отримували по 20,0 кг силосу, заготовленого без консервантів, I дослідної – 18,5 кг силосу, законсервованого бактеріальним препаратом БПС-Л у дозі 10 г/т зеленої маси, II дослідної – аналогічну кількість силосу, заготовленого з пробіотичним препаратом КТ-Л 18/1 у дозі 8 мл суспензії на 1 т зеленої маси.

Матеріалом для досліджень слугували силосовані корми та молоко. У молоці визначали СЗМЗ, жир, білок, лактозу, густину за допомогою апарата «Ekomilk Total», вміст золи – шляхом спалювання зразків у муфельній печі, концентрацію кальцію – перманганатним способом, вміст фосфору – колориметрично.

Хімічний аналіз силосів виявив, що в контрольному варіанті втрати сухої речовини, сирого протеїну та каротину склали 10,2; 14,1 та 30,7%, а в дослідних, відповідно, 6,8; 5,9 та 20,7 і 6,1; 6,7 та 12,2%. Найбільш оптимальне співвідношення між вмістом молочної та оцтової кислот відзначено в силосі, заготовленому з пробіотичним препаратом КТ-Л 18/1 (68,35 : 31,31%) за відсутності масляної кислоти в обох дослідних варіантах.

Дослідження хімічного складу молока виявило тенденцію до збільшення в ньому вмісту сухої речовини в дослідних групах здебільшого за рахунок жиру та казеїну, що зумовило підвищення густини молока, яка є важливим технологічним показником при його переробці. Безпеченість молока корів усіх груп кальцієм та фосфором була на достатньому рівні.

За загальною бактеріальною забрудненістю, визначеною за редуктажною пробою, молоко контрольних корів було зараховано до II класу якості, а дослідних – до I.

© Душара І. В., Федак Н. М.,  
Чумаченко С. П., Дармограй Л. М., 2021

Середньодобовий надій натурального молока за 90 діб облікового періоду по дослідних групах становив, відповідно, 16,2 та 16,4 кг і був на 3,8 та 5,1% вищим, ніж у контролі (15,6 кг).

**Ключові слова:** корови, силос, бактеріальна закваска, молоко, молочна продуктивність.

**Ihor Dushara, Nataliia Fedak, Serhii Chumachenko, Liubomyr Darmogray**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**Cow productivity and milk quality for silage fertilization preserved by probiotics**

The results of comparative study of the quality of silages from cereal-legume mixtures of annual forage crops of high humidity, preserved with probiotic preparations for silage without preservatives and their impact on cows milk productivity and milk quality parameters are presented.

The study was conducted on three groups of cows of the Ukrainian black-spotted dairy breed. In addition to the main diet, cows of the control group received 20.0 kg of silage produced without preservatives, I experimental group – 18.5 kg of silage preserved by the bacterial preparation BPS-L at a dose of 10 g per 1 ton of green mass, II experimental group – a similar amount of silage produced with probiotic preparation KT-L 18/1 in a dose of 8 ml of suspension per 1 ton of green mass.

The research material was silage fodder and milk. Dry skim milk residue, milk fat, protein, lactose, density were determined in milk – using the device "Ekomilk Total", the ash content – by burning samples in a muffle furnace; calcium concentration – by permanganate method, phosphorus content – colorimetrically.

Chemical analysis of the silages showed that the loss of dry matter, crude protein and carotene in the control variant was 10.2; 14.1 and 30.7 %, in the experimental – 6.8; 5.9, 20.7 and 6.1; 6.7, 12.2 % respectively. The most optimal ratio between the content of lactic and acetic acids was observed in silage prepared with the biotic preparation KT-L 18/1 (68.35 : 31.31 %) by the absence of butyric acid in both experimental variants.

The study of the chemical composition of milk showed a tendency to increase the dry matter content in the experimental groups, mainly due to fat and casein, which led to an increase in the density of milk, an important technological indicator in milk processing.

The supply of milk with calcium and phosphorus in cows of all groups was at a sufficient level.

According to the total bacterial contamination determined by reductase test, the milk of control cows was classified as class II quality, and experimental – to class I.

The average daily yield of natural milk for accounting period (90 days) in experimental groups was 16.2 and 16.4 kg respectively it was 3.8 and 5.1 % higher than in control (15.6 kg).

**Key words:** cows, silage, bacterial cultures, milk, milk productivity.

**Вступ.** Ефективне раціональне використання рослинної сировини та забезпечення сільськогосподарських тварин збалансованим за основними поживними речовинами кормом є першочерговим завданням кормовиробництва. Рівень молочної продуктивності корів, якісні показники молока тісно пов'язані як із генетичними особливостями худоби, так і їх годівлею, в тому числі структурним і видовим складом кормів раціону [3, 16]. Це, зокрема, стосується соковитої частини раціону у вигляді силосів із різних видів кормових культур, які різняться за хімічним складом, поживністю, а отже, й продуктивною дією [13, 18]. Одним із перспективних методів консервування зеленої маси є силосування, при якому важливе значення має застосування і хімічних, і біологічних консервантів [7, 8, 26, 31]. Останні дають змогу вибірково впливати на антипоживні компоненти рослинної сировини, розщеплюючи полісахариди, які важко гідролізуються до вільних цукрів, і зміщувати біохімічні процеси в бік молочнокислого бродіння завдяки прискореному росту молочнокислих бактерій (продуцентів молочної кислоти), які ефективно перешкоджають розвитку епіфітної мікрофлори й покращують смакові характеристики корму [5, 6, 10, 21–23].

Бактеріальні закваски (пробіотичні препарати) стимулюють процеси бродіння в консервованому кормі та проявляють інгібувальний вплив на розмноження плісневих грибів, маслянокислих і гнильних бактерій [19, 24]. Зберігати корм високої якості тривалий період часу дає змогу наявність молочнокислих бактерій, які, домінуючи над іншою мікрофлорою, швидко знижують кислотність корму до рН 4,4–4,5, стримують синтез небажаної в кормі масляної кислоти, яка, характеризуючись протеолітичними властивостями, знижує вміст протеїну в період зберігання силосу [4, 15, 20, 29].

Застосування пробіотичних препаратів сприяє збільшенню вмісту протеїну в кормі, підвищенню його збереження [12, 14, 25], а також зниженню втрат сухої речовини [27, 30, 32]. Це дає змогу підвищити ступінь конверсії корму, а в поєднанні з поліпшеними органолептичними характеристиками сприяє збільшенню продуктивності великої рогатої худоби як молочного, так і м'ясного напряму продуктивності [16, 28, 33].

Природно-кліматичні умови Карпатського регіону України сприятливі для отримання високих урожаїв зеленої маси сумішок злаково-бобових однорічних та багаторічних кормових культур, які за вмістом поживних речовин, зокрема цукрів, оптимальні для заготівлі

високоякісних силосованих кормів [7, 10]. У силу перезволеності (600–700 мм річних опадів) регіону не завжди є можливість в заплановані строки отримати зелену масу з природною вологістю нижче 80–85%, що призводить до великих втрат поживних речовин у процесі силосування (до 25% сухої речовини) та негативно впливає на якість продукту [1, 3]. Виходячи з цього, пошук і застосування відносно дешевих бактеріальних препаратів, виготовлених на основі нових штамів пробіотичних мікроорганізмів, при заготівлі силосу із зеленої маси сумішок злаково-бобових однорічних кормових культур підвищеної вологості, а також дослідження впливу згодовування такого корму дійним коровам є актуальними.

Метою нашої роботи було порівняти якість силосів, законсервованих пробіотичними препаратами, із силосом без консервантів і дослідити їх вплив на молочну продуктивність корів та якісні параметри молока.

**Матеріали і методи.** Дослідження проведено в ДПДГ «Оброшино» Пустомитівського району Львівської області на трьох групах корів української чорно-рябої молочної породи з урахуванням віку та надою за останню лактацію по 10 голів у кожній, сформованих із використанням методичних підходів, які застосовують у міжнародній практиці відповідно до вимог ISO 17025, а також згідно із загальноприйнятими методиками груп-аналогів на клінічно здорових тваринах. Схему дослідів наведено в таблиці 1.

### 1. Схема дослідів

Група	Характер годівлі
Контрольна	Основний раціон (ОР) + силос, заготовлений без консервантів
I дослідна	ОР + силос, заготовлений із закваскою БПС-Л
II дослідна	ОР + силос, заготовлений з пробіотичним препаратом КТ-Л 18/1

Спосіб утримання корів стійлово-прив'язний, без застосування моціону. Тварини всіх груп отримували основний раціон (ОР), до складу якого входило: сіно злаково-бобове – 4,0, солома озимої пшениці – 1,0, пивна дробина – 10,0, комбікорм – 5,0, м'яса – 0,8 кг. Крім ОР, корови контрольної групи отримували по 20,0 кг силосу, заготовленого без консервантів, I дослідної – 18,5 кг силосу, законсервованого бактеріальним препаратом БПС-Л у дозі 10 г/т зеленої маси, II дослідної – аналогічну кількість силосу, заготовленого

з пробіотичним препаратом КТ-Л 18/1 у дозі 8 мл/т зеленої маси. Раціони збалансовано згідно з деталізованими нормами з розрахунку отримання 15 кг/добу молока [13, 18].

Матеріалом для досліджень слугували силосовані корми та молоко. Хімічний склад та поживність кормів визначали за загальноприйнятими методами зоотехнічного аналізу [2, 9, 17].

Контроль за продуктивністю здійснювали шляхом проведення щодакандних контрольних надоїв. У молоці визначали СЗМЗ, жир, білок, лактозу, густину за допомогою апарата «Ekomilk Total», вміст золи – шляхом спалювання зразків у муфельній печі, концентрацію кальцію – перманганатним способом, вміст фосфору – колориметрично.

Биометричну обробку отриманого цифрового матеріалу проводили методом варіаційної статистики, враховуючи критерій Стьюдента [11]. Для оцінювання достовірності отриманих результатів – середніх арифметичних величин ( $M$ ), похибки середнього арифметичного ( $\pm m$ ) та вірогідності різниць між досліджуваними середньоарифметичними величинами ( $P$ ) – використано стандартну комп'ютерну математично-статистичну програму «Microsoft Excel». Зміни вважали вірогідними за  $P < 0,05$ .

**Результати та обговорення.** Хімічний аналіз силосів (табл. 2) виявив, що в контрольному варіанті втрати сухої речовини, сирого протеїну та каротину становили 10,2; 14,1 та 30,7%, а в дослідних, відповідно, 6,8; 5,9 та 20,7 і 6,1; 6,7 та 12,2%.

## 2. Хімічний склад та поживність силосів, %

Показник	Варіант		
	контрольний	I дослідний	II дослідний
Вода	80,60	79,53	79,08
Суша речовина	19,40	20,47	20,92
Протеїн	3,04	3,67	3,70
Жир	0,73	0,75	0,80
Клітковина	6,15	6,27	6,08
Зола	1,45	1,47	1,53
БЕР	8,03	8,31	8,81
Каротин, мг	18,82	24,10	23,17
Поживність, к. од.	0,21	0,26	0,26

Із метою з'ясування напряму та інтенсивності процесів бродіння визначено рівень рН та вміст органічних кислот у силосах (табл. 3).

### 3. Рівень рН та вміст органічних кислот у силосах, %

Варіант	рН	Усього кислот	Вільні кислоти			Співвідношення		
			мо- лочна	оцто- ва	мас- ляна	мо- лочна	оцто- ва	мас- ляна
Контрольний	3,9	3,39	1,92	1,31	0,02	56,63	38,64	0,59
I дослідний	4,3	2,95	2,00	0,90	0	67,79	31,58	–
II дослідний	4,3	2,97	2,03	0,93	0	68,35	31,31	–

Вміст вільної молочної кислоти в дослідних варіантах був дещо вищим, що, очевидно, зумовлено збільшенням пулу та підвищенням активності молочнокислих мікроорганізмів і загалом узгоджується з літературними даними [7, 16, 24, 31]. При цьому найоптимальніше співвідношення між вмістом молочної та оцтової кислот було в силосі, заготовленому із закваскою КТ-Л 18/1 (68,35 : 31,31%) за відсутності масляної кислоти в обох дослідних варіантах (див. табл. 3).

На основі даних хімічного складу, вмісту кислот бродіння та їх співвідношення, а також органолептичної оцінки контрольний силос було зараховано до II, а дослідні зразки – до I класу якості.

Згодуюванню різних варіантів силосів вплинуло на хімічний склад молока та продуктивність корів. Дослідження хімічного складу (табл. 4) засвідчило тенденцію до збільшення вмісту сухої речовини в молоці корів дослідних груп здебільшого за рахунок жиру й казеїну, що зумовило підвищення густини молока, яка є важливим технологічним показником при його переробці.

### 4. Хімічний склад молока корів, % ( $M \pm m, n=3$ )

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Суша речовина	12,03±0,08	12,34±0,05	12,40±0,10
Жир	3,65±0,11	3,70±0,15	3,76±0,17
Загальний білок	3,50±0,05	3,64±0,03	3,67±0,12
Казеїн	2,14±0,02	2,18±0,02	2,15±0,03
Лактоза	4,30±0,03	4,30±0,02	4,33±0,01
Зола	0,60±0,04	0,70±0,01	0,64±0,02
Густина, г/см <sup>3</sup>	1,0265±0,07	1,0270±0,01	1,0273±0,02
Кальцій, г/кг	0,75±0,01	0,77±0,03	0,78±0,04
Фосфор, г/кг	0,64±0,03	0,67±0,02	0,69±0,01

Вірогідної різниці за вмістом кальцію та фосфору не виявлено. За загальною бактеріальною забрудненістю, визначеною за редуктажною пробою, молоко контрольних корів було зараховано до II класу якості, а дослідних – до I.

Середньодобовий надій натурального молока (табл. 5) за 90 діб облікового періоду по дослідних групах становив, відповідно, 16,2 та 16,4 кг і був на 3,8 та 5,1% вищим, ніж у контролі (15,6 кг).

### 5. Молочна продуктивність корів ( $M \pm m$ , $n=10$ )

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Надій натурального молока, кг			
загальний	1404±15,2	1458±17,0	1476±14,8
середньодобовий	15,6±1,57	16,2±0,97	16,4±1,43
Вміст жиру, %	3,65±0,11	3,70±0,15	3,76±0,17

#### Висновки:

1. Внесення пробіотичних препаратів до зеленої маси при силосуванні сумішки однорічних кормових культур підвищеної вологості (79,5%) сприяє збереженості сухої речовини на рівні 93–94, сирого протеїну – 92–93 та каротину – 87–88%.

2. Застосування пробіотичних препаратів забезпечує оптимальний рівень молочнокислого бродіння, що сприяє накопиченню молочної кислоти на рівні 67–68%, оцтової – 31–32% за відсутності масляної.

3. Середньодобовий надій натурального молока за 90 діб облікового періоду по дослідних групах становив, відповідно, 16,2 та 16,4 кг і був на 3,8 та 5,1% вищим, ніж у контролі (15,6 кг) за відносно стабільного хімічного складу молока.

#### Список використаної літератури

1. Влізло В. В., Дубінський В. В. Утворення летких жирних кислот у вмісті рубця корів (*in vitro*) за ферментації неякісного силосу. *Вісник Білоцерк. держ. аграрного ун-ту*. 2008. Вип. 56. С. 32–36.
2. Вудмаска В. Ю., Прилуцький П. П. Визначення поживності та якості кормів у господарстві. Київ, 1975. 133 с.

#### References

1. Vlizlo V. V., Dubinsky V. V. Formation of volatile fatty acids in the contents of the rumen of cows (*in vitro*) during fermentation of poor quality silage. *Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*. 2008. Vol. 56. P. 32–36.
2. Woodmaska V. Yu., Prylutsky P. P. Determination of nutrients and feed quality in the farm. Kyiv, 1975. 133 p.

3. Гракун В. В., Заневский А. К., Попков Н. А. Техническое обеспечение технологий заготовки высококачественных кормов: рекомендации. Минск, 2017. 77 с.
4. Дубінський В. В., Влізла В. В. Ферментація силосу у системі «штучний рубець» (*in vitro*) з різним рівнем чистого білка. *Наук.-техн. бюлетень ІБТ і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. 2009. Вип. 10. № 3. С. 200–206.
5. Ефективність застосування біологічних препаратів при силосуванні сумішки конюшини та пажитниці багатоквіткової / О. М. Курнаєв та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 194–201.
6. Ыылдырым Е. А. Особенности процессов ферментации при технологическом производстве сенажа. *Вестник мясного скотоводства*. 2017. № 3 (99). С. 160–165.
7. Каблова М. А., Шурхно Р. А., Сироткин А. С. Молочнокислые бактерии в сельскохозяйственном производстве. *Вестник технолог. ун-та*. 2015. Т. 18. № 23. С. 145–150.
8. Курнаєв О. М. Якість та енергетична поживність люцернового силосу при застосуванні бактеріально-ферментного препарату. *Тваринництво України*. 2015. № 4. С. 40–42.
9. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізла та ін. ; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.
10. Логвинова А. В., Болтовский В. С. Консервирование растительных кормов (обзор). *Тр. БГТУ*. 2019. Серия 2. № 1. С. 103–111.
11. Лопач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Використання статистичних методів у медичних та біологічних дослідженнях. Київ, 2014. 441 с.
12. Максимова Х. И. Силосование кормовых культур с использованием биопрепаратов. *Москов. эконом. журнал*. 2019. № 3. С. 331–337.
13. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої
3. Grakun V. V., Zanevsky A. K., Popkov N. A. Technical support of high-quality forage procurement technologies: recommendations. Minsk, 2017. 77 s.
4. Dubinsky V. V., Vlizlo V. V. Fermentation of silage in the system "artificial scar" (*in vitro*) with different levels of pure protein. *Naukovo-tehnichnyy byuleten IBT i DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok*. 2009. Vol. 10. No. 3. P. 200–206.
5. Effectiveness of biological preparations in ensiling a mixture of clover and fenugreek / O. M. Kurnaev et al. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2017. Vol. 84. P. 194–201.
6. Yildirim E. A. Features of processes of fermentation technology for silage. *Vestnik myasnogo skotovodstva*. 2017. No. 3 (99). P. 160–165.
7. Kablova M. A., Shurkhno R. A., Sirotkin A. S. Lactic acid bacteria in agricultural production. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*. 2015. Vol. 18. No. 23. P. 145–150.
8. Kurnaev O. M. Quality and energy nutrition of alfalfa silage when using a bacterial-enzyme preparation. *Tvarynystvo Ukrayiny*. 2015. No. 4. P. 40–42.
9. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine : handbook / V. V. Vlizlo et al. ; ed. V. V. Vlizlo. Lviv, 2012. 759 p.
10. Logvinova A. V., Boltovsky V. S. Preservation of vegetable feed (review). *Tr. BGTU*. 2019. Series 2. No. 1. P. 103–111.
11. Lopach S. N., Chubenko A. V., Babych P. N. The use of statistical methods in medical and biological research. Kyiv, 2014. 441 p.
12. Maksimova Kh. I. Silage of forage crops using biological products. *Moskovskiy ekonomicheskyy zhurnal*. 2019. No. 3. P. 331–337.
13. Norms and rations of high-grade feeding of highly productive cattle: reference book / for science. edited by G. O. Bogdanov, V. M. Kandibi. Kyiv, 2012. 296 p.

рогатої худоби : довідник-посібник / за наук. ред. Г. О. Богданова, В. М. Кандиби. Київ, 2012. 296 с.

14. Овсієнко А. І., Безпалько А. В., Овсієнко С. М. Заготівля і використання силосу з високою аеробною стабільністю. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 154–160.

15. Победнов Ю. А., Кучин І. В., Солдатова В. В. Сравнительная эффективность сенажирования и силосования проявленных злаковых трав с препаратами молочнокислых бактерий. *Кормопроизводство*. 2016. № 3. С. 36–40.

16. Победнов Ю. А., Кучин І. В. Физиолого-биохимические процессы, происходящие в кормовых травах при выращивании, как фактор, влияющий на их технологические свойства при силосовании и качество объемистых кормов. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2015. № 1. С. 70–83.

17. Разумов В. А. Массовый анализ кормов. Москва, 1982. 175 с.

18. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби / за ред. В. М. Кандиби, І. І. Ібатуліна, В. І. Костенка. Житомир : Рута, 2012. 860 с.

19. Шурхно Р. А., Сироткин А. С. Свойства штаммов молочнокислых бактерий, используемых для ферментации высокобелковой растительной массы (обзор). *Вестник технолог. ун-та*. 2015. Т. 18. № 10. С. 227–232.

20. Doi K. A., Zhang Y., Nishizaki Y. Comparative study and phage typing of silage-making *Lactobacillus* bacteriophages. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2003. No. 5. P. 518–525.

21. Heinritz S. N., Martens S. D., Avila P. S. The effect of inoculant and sucrose addition on the silage quality of tropical forage legumes with varying ensilability. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2012. Vol. 174. No. 3–4. P. 201–210.

22. McGarvey J. A., Franco R. B., Palumbo J. D. Bacterial population

14. Ovsienko A. I., Bezpalko A. V., Ovsienko S. M. Procurement and use of silage with high aerobic stability. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2017. Vol. 83. P. 154–160.

15. Pobednov Yu. A., Kuchin I. V., Soldatova V. V. Comparative efficiency of silage and silage of wilted cereal grasses with preparations of lactic acid bacteria. *Kormoproizvodstvo*. 2016. No. 3. P. 36–40.

16. Pobednov Yu. A., Kuchin I. V. Physiological and biochemical processes occurring in forage grasses during cultivation as a factor affecting their technological properties during ensiling and the quality of bulk forages. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh*. 2015. No. 1. P. 70–83.

17. Razumov V. A. Mass analysis of feed. Moscow, 1982. 175 p.

18. Theory and practice of normalized feeding of cattle / ed. V. M. Kandyba, I. I. Ibatulin, V. I. Kostenko. 2012. 860 p.

19. Shurkhno R. A., Sirotkin A. S. Properties of lactic acid bacteria strains used for fermentation of high-protein plant mass (review). *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*. 2015. Vol. 18. No. 10. P. 227–232.

20. Doi K. A., Zhang Y., Nishizaki Y. Comparative study and phage typing of silage-making *Lactobacillus* bacteriophages. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2003. No. 5. P. 518–525.

21. Heinritz S. N., Martens S. D., Avila P. S. The effect of inoculant and sucrose addition on the silage quality of tropical forage legumes with varying ensilability. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2012. Vol. 174. No. 3–4. P. 201–210.

22. McGarvey J. A., Franco R. B., Palumbo J. D. Bacterial population dynamics during the ensiling of *Medicago sativa* (alfalfa) and subsequent exposure to air. *Journal of Microbiology*. 2013. Vol. 114. No. 6. P. 1661–1670.

23. Metagenome analyses reveal the influence of the inoculant *Lactobacillus buchneri* CD034 on the microbial community involved in grass ensiling /

dynamics during the ensiling of *Medicago sativa* (alfalfa) and subsequent exposure to air. *Journal of Microbiology*. 2013. Vol. 114. No. 6. P. 1661–1670.

23. Metagenome analyses reveal the influence of the inoculant *Lactobacillus buchneri* CD034 on the microbial community involved in grass ensiling / F. G. Eikmeyer et. al. *Journal of Biotechnology*. 2013. Vol. 167. No. 3. P. 334–343.

24. Muck E. Recent advances in silage microbiology. *Agricultural and Food Science*. 2013. Vol. 22. P. 3–15.

25. O'Donnell M. M., O'Toole P. W., Ross R. P. Catabolic flexibility of mammalian-associated lactobacilli. *J. Microbiol. Cell Fact.* 2013. Vol. 12. No. 48.

26. Pang H., Tan Z., Qin G. Phenotypic and phylogenetic analysis of lactic acid bacteria isolated from forage crops and grasses in the Tibetan Plateau. *Journal of Microbiology*. 2012. Vol. 50. No. 1. P. 63–71.

27. Pang H., Zhang M., Qin G. Identification of lactic acid bacteria isolated from corn stovers. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 82. No. 5. P. 642–653.

28. Production of phenyllactic acid by lactic acid bacteria: an approach to the selection of strains contributing to food quality and preservation / F. Valerio et al. *FEMS Microbiology Letters*. 2004. Vol. 233. No. 2. P. 289–295.

29. Schmidt R. J., Hu W., Mills J. A. The development of lactic acid bacteria, *Lactobacillus buchneri*, and their effects on the fermentation of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92. No. 10. P. 5005–5010.

30. Shurkhno R. A., Validov Sh. Z., Ilinskaya O. N. Screening of antagonistic activity of lactic acid bacteria strains in relation to *Candida scottii* for optimal conservation of plant juices. *J. Agric. Stud.* 2014. Vol. 2. No. 2. P. 21–31.

31. Tanaka O., Ohmomo S. Lactic acid productivity of the selected strains of the genus *Lactobacillus* in laboratory-scale

F. G. Eikmeyer et. al. *Journal of Biotechnology*. 2013. Vol. 167. No. 3. P. 334–343.

24. Muck E. Recent advances in silage microbiology. *Agricultural and Food Science*. 2013. Vol. 22. P. 3–15.

25. O'Donnell M. M., O'Toole P. W., Ross R. P. Catabolic flexibility of mammalian-associated lactobacilli. *J. Microbiol. Cell Fact.* 2013. Vol. 12. No. 48.

26. Pang H., Tan Z., Qin G. Phenotypic and phylogenetic analysis of lactic acid bacteria isolated from forage crops and grasses in the Tibetan Plateau. *Journal of Microbiology*. 2012. Vol. 50. No. 1. P. 63–71.

27. Pang H., Zhang M., Qin G. Identification of lactic acid bacteria isolated from corn stovers. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 82. No. 5. P. 642–653.

28. Production of phenyllactic acid by lactic acid bacteria: an approach to the selection of strains contributing to food quality and preservation / F. Valerio et al. *FEMS Microbiology Letters*. 2004. Vol. 233. No. 2. P. 289–295.

29. Schmidt R. J., Hu W., Mills J. A. The development of lactic acid bacteria, *Lactobacillus buchneri*, and their effects on the fermentation of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92. No. 10. P. 5005–5010.

30. Shurkhno R. A., Validov Sh. Z., Ilinskaya O. N. Screening of antagonistic activity of lactic acid bacteria strains in relation to *Candida scottii* for optimal conservation of plant juices. *J. Agric. Stud.* 2014. Vol. 2. No. 2. P. 21–31.

31. Tanaka O., Ohmomo S. Lactic acid productivity of the selected strains of the genus *Lactobacillus* in laboratory-scale silages. *Grassland Science*. 1998. No. 43. P. 374–379.

32. Vlková E., Rada V., Bonešová V. Growth and survival of lactic acid bacteria in lucerne silage. *J. Folia Microbiol. (Praha)*. 2012. Vol. 57. No. 4. P. 359–362.

33. Yang J., Cao Y., Cai Y. Natural populations of lactic acid bacteria isolated

silages. *Grassland Science*. 1998. No. 43. P. 374–379.

32. Vlková E., Rada V., Bonešova V. Growth and survival of lactic acid bacteria in lucerne silage. *J. Folia Microbiol. (Praha)*. 2012. Vol. 57. No. 4. P. 359–362.

33. Yang J., Cao Y., Cai Y. Natural populations of lactic acid bacteria isolated from vegetable residues and silage fermentation. *Journal of Dairy Science*. 2010. Vol. 93. No. 7. P. 3136–3145.

from vegetable residues and silage fermentation. *Journal of Dairy Science*. 2010. Vol. 93. No. 7. P. 3136–3145.

Отримано 22.12.2020

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-13

УДК 636.082:636.082.22

**М. І. КОГУТ, В. М. БРАТЮК, кандидати сільськогосподарських наук**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,*

*81115, e-mail: kohut\_maria@ukr.net*

## **ВІДТВОРНА ЗДАТНІСТЬ КОРІВ-ПЕРВІСТОК, ОТРИМАНИХ ПРИ РІЗНИХ ВАРІАНТАХ ЛІНІЙНОГО ПІДБОРУ**

У статті наведено показники відтворної здатності в корів-первісток західного внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи, отриманих у результаті різних варіантів підбору – внутрішньолінійного та кросів ліній. Низка дослідників відзначає, що в стадах голштинізованої худоби поряд з істотним збільшенням молочної продуктивності виникають проблеми з відтворенням. Це стосується й української чорно-рябої молочної породи, створеної шляхом використання генофонду голштинифризької породи для покращення місцевої чорно-рябої худоби.

Аналіз результатів використання різних варіантів підбору при розведенні за лініями дає змогу визначити найбільш ефективні поєднання. Застосування тих, що мають суттєвий вплив на покращення продуктивності та відтворної здатності корів, є актуальним і має перспективи при плануванні роботи з удосконалення західного внутрішньопородного типу української чорно-рябої породи. Дослідження здійснено в стаді ДП ДГ «Радехівське» Радехівського району Львівської області. Встановлено, що при застосуванні внутрішньолінійного підбору суттєвих відмінностей за показниками відтворної здатності між коровами-первістками ліній Елевейшин 1491007, Валіанта 1650414 і Чіфа 1427381 немає. Сервіс-період між першим та другим отеленнями переважав оптимальний рівень у корів усіх трьох груп і коливався від 123,9 до 143,0 дня. Оптимальним у межах біологічної норми був лише сухостійний період (57,2–58,8 дня). Міжотельний період та показник, що від нього залежить, – коефіцієнт відтворної здатності переважали оптимальні параметри.

При міжлінійному підборі аналізували такі кроси ліній: Чіфа 1427381 – Елевейшин 1491007, Чіфа 1427381 – Старбака 352790, Чіфа 1427381 – Валіанта 1650414, Валіанта 1650414 – Елевейшин 1491007, Старбака 352790 – Валіанта 1650414. Вік першого отелення в кросу ліній Чіфа 1427381 – Валіанта 1650414 був найменшим і становив 18,7 міс. Найвищим серед тварин аналізованих поєднань цей показник був у поєднанні Валіанта 1650414 – Елевейшин – 20,9 міс. Середні показники сервіс-періоду становили від 117,6 дня в кросу Старбака 352790 – Валіанта 1650414 до 147,6 дня в кросу Чіфа 1427381 – Старбака 352790.

Найнижча тривалість тільності (281,4 дня) була в корів із поєднання Валіанта 1650414 – Елевейшин 1491007. У корів від міжлінійної поєднання Старбака 352790 – Валіанта 1650414 тривалість тільності була найвищою на відміну від решти груп і становила 284,1 дня.

Як при внутрішньолінійному, так і при міжлінійному поєднаннях сухостійний період був у межах біологічної норми (50–60 днів). При цьому у тварин різних кросів він коливався від 56,8 до 65,9 дня.

Оптимальна тривалість міжотельного періоду – 365 днів. У нашому дослідженні міжотельний період між першим і другим отеленнями становив від 401,7 у кросу ліній Старбака 352790 – Валіанта 1650414 до 439,7 дня у кросу Чіфа 1427381 – Старбака 352790. Коефіцієнт відтворної здатності між першим і другим отеленнями в корів різних кросів – 0,83–0,91 дня.

**Ключові слова:** корови-первістки, лінія, кроси ліній, підбір, відтворна здатність.

**Mariia Kohut, Vasyl Bratyuk**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**Reproductive ability of first-born heifers obtained with different linear selection options**

The article presents the reproductive performance of first-born heifers of the western intra-breed type of Ukrainian black-spotted dairy breed, obtained as a result of different selection options – intraline and cross lines. A number of researchers note that in herds of Holsteinized cattle, along with a significant increase in milk productivity, there are problems with reproduction. This also applies to the Ukrainian black-spotted dairy breed, created by using the gene pool of the Holstein-Friesian breed to improve the local black-spotted cattle. The analysis of results of use of various options of selection at cultivation on lines gives the chance to define the most effective combinations. The use of those that have a significant impact on improving the productivity and reproductive capacity of cows is relevant and has prospects for planning work to improve the western intra-breed type of Ukrainian black-spotted breed.

The study was conducted on the herd of SE EF "Radekhivske" in Radekhiv district of Lviv region. It is established that when applying the in-line selection of significant differences in terms of reproducibility between the first-born heifers of the Elevation 1491007, Valiant 1650414 and Chief 1427381 lines do not exist. Regarding the service period between the first and second calves, it prevailed in the optimal level in cows of all three groups and ranged from 123.9 to 143.0 days. Only the dry period (57.2–58.8 days) was optimal within the biological norm. The inter-calving period and the indicator that depends on it – the coefficient of reproducibility – dominated the optimal parameters.

The following crosses of lines were analyzed in the interlinear selection: Chief 1427381 – Elevation 1491007, Chief 1427381 – Starbuck 352790, Chief 1427381 – Valiant 1650414, Valiant 1650414 – Elevation 1491007, Starbuck 352790 – Valiant 1650414. The age of the first birth in the cross of the Chief 1427381 – Valiant 1650414 lines was the smallest – 18.7 months. The highest

this indicator was in the combination of Valiant 1650414 – Elevation – 20.9 months. The average indicators of the service period ranged from 117.6 days in the cross of Starbuck 352790 – Valiant 1650414 to 147.6 days in the cross of Chief 1427381 – Starbuck 352790.

The lowest duration of pregnancy (281.4 days) was in cows from the combination of Valiant 1650414 – Elevation 1491007. In cows from the interlinear combination Starbuck 352790 – Valiant 1650414 the duration of pregnancy was the highest in contrast to other groups – 284.1 day.

Both in intralinear and interlinear combinations, the dry period was within the biological norm (50–60 days). In animals of different crosses, it ranged from 56.8 to 65.9 days.

It is known that the optimal duration of the inter-calving period is 365 days. In our study, the interval between the first and second calvings ranged from 401.7 in the cross of Starbuck 352790 – Valiant 1650414 lines to 439.7 days in the cross of Chief 1427381 – Starbuck 352790. The reproductive capacity between the first and second calves in cows of different crosses was 0.83-0.91 days.

**Key words:** firstborn cows, line, line crosses, selection, reproductive ability.

**Вступ.** Розроблена вченими й практиками зоотехнічної науки та узагальнена М. А. Кравченком теорія племінного підбору як класичний метод племінної справи має важливе значення для ефективного ведення селекційної роботи [11, 15, 16, 19, 29–31]. Племінний підбір є одним з основних зоотехнічних методів покращення стад великої рогатої худоби. З його допомогою накопичуються й закріплюються в нащадках бажані ознаки [4, 5, 8]. Підбір впливає не тільки на молочну продуктивність, а й на інші важливі селекційні ознаки, серед яких і відтворна здатність [17, 18, 20–22, 24–26, 28]. Відтворна здатність характеризує ступінь пристосованості стада до певних виробничо-технологічних умов, що важливо враховувати при індивідуальному оцінюванні до наступного добору цінних тварин [1–3, 6, 7, 9, 10, 13, 23, 39–41]. Основна мета розведення – це отримання від тварин доброї продуктивності при невеликих затратах. Із збільшенням продуктивності відразу виникає проблема з відтворювальними якостями корів. Загалом тваринниками-практиками підмічено, що використання бугаїв голштинської породи на масиві популяції чорно-рябої породи спричинило погіршення відтворних функцій у корів, зокрема їх сервіс-періоду. Тому методи підбору мають суттєве значення при плануванні роботи зі стадами худоби з метою покращення їх відтворювальних якостей.

При створенні західного внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи застосовували варіанти міжлінійного та внутрішньолінійного підбору, які мали різну ефективність. Метою

роботи було вивчити відтворну здатність корів-первісток стада української чорно-рябої молочної породи при внутрішньолінійному підборі та міжлінійних кросах.

**Матеріали і методи.** Дослідження проведено в ДП ДГ «Радехівське» Радехівського району Львівської області. З використанням карточок племінних корів (форма 2-мол) проаналізували родоводи та вивчили окремі показники відтворної здатності в корів-первісток, отриманих від різних варіантів поєднання. Типи племінного підбору визначали за методикою М. А. Кравченка [14], відтворну здатність тварин – за віком першого осіменіння й отелення, тривалістю фізіологічних періодів (сервіс-, сухостійного та міжотельного (МОП), тільності та лактації).

Биометричний аналіз отриманих даних проводили за методикою М. О. Плохінського [27].

**Результати та обговорення.** Відтворна здатність корів – важлива складова селекційної роботи. Результати наших досліджень щодо показників відтворної здатності первісток, отриманих при внутрішньолінійному підборі, наведено в таблиці 1.

### 1. Показники відтворної здатності первісток, отриманих при внутрішньолінійному підборі ( $M \pm m$ )

Показник	Лінії		
	Чіфа 1427381 ( $n=32$ )	Валіанта 1650414 ( $n=37$ )	Елевейшин 1491007 ( $n=42$ )
Вік першого осіменіння телиць, міс.	$19,4 \pm 0,38$	$19,8 \pm 0,28$	$19,0 \pm 0,36$
Вік першого отелення, міс.	$29,5 \pm 0,49$	$29,9 \pm 0,36$	$29,0 \pm 0,66$
Тривалість тільності після першого отелення, діб	$282,5 \pm 0,89$	$282,1 \pm 0,66$	$281,7 \pm 0,57$
Сервіс-період між першим та другим отеленнями, діб	$127,5 \pm 8,53$	$143,0 \pm 8,89$	$123,9 \pm 8,25$
Сухостійний період перед другим отеленням, діб	$58,5 \pm 1,05$	$58,8 \pm 1,13$	$57,2 \pm 1,50$
МОП між першим та другим отеленнями, діб	$410,0 \pm 9,07$	$425,0 \pm 9,13$	$405,6 \pm 9,56$
Коефіцієнт відтворної здатності за МОП між першим та другим отеленнями	$0,92 \pm 0,06$	$0,89 \pm 0,04$	$0,93 \pm 0,02$

При відтворенні стад важливе значення має вік першого осіменіння телиць, який залежить від багатьох факторів, у першу чергу від інтенсивності вирощування ремонтних телиць та їх пристосованості до конкретних природно-кліматичних і господарських умов. Оптимальним віком першого парування для чорно-рябої худоби вважається 16–18 міс. Отримані нами дані свідчать про те, що в умовах ДП ДГ «Радехівське» парування ремонтних телиць відбувалося в дещо пізніші терміни, вік першого парування телиць, отриманих при внутрішньолінійному підборі, був у межах 19,0–19,8 міс. Суттєвих відмінностей між тваринами піддослідних груп за цим показником, а отже, і за віком першого отелення, не спостерігалось. Тривалість першої вагітності була в межах фізіологічних показників, визначених для цього виду тварин. Більш істотні відмінності виявлено за тривалістю сервіс-періоду між першим і другим отеленнями. Найбільш тривалий сервіс-період спостерігався в первісток від внутрішньолінійного підбору лінії Валіанта 1650414. Він становив 143 доби і був довшим, ніж у ровесниць лінії Чіфа 1427381 та Елевейшин 1491007, відповідно, на 15,5 та 19,1 доби. Однак зазначені відмінності перебувають у межах статистичної помилки.

За тривалістю сухостійного періоду суттєвої різниці між тваринами окремих ліній не виявлено. Цей показник був наближеним до оптимального значення в корів усіх трьох ліній.

Важливим показником, що визначає ефективність молочного скотарства, є міжотельний період. В ідеалі він має становити 365 днів, тобто кожного року корова повинна розтелитися. За нашими результатами, подовжений сервіс-період негативно позначився на МОП. Цей показник перевищував оптимальне значення в нащадків усіх трьох ліній на 40–60 діб і мав найвищі значення в корів із лінії Валіанта 1650414.

Показники відтворної здатності корів-первісток, отриманих у результаті кросів різних ліній, наведено в таблиці 2. Встановлено, що ремонтні телиці, отримані при міжлінійному підборі, за віком першого осіменіння суттєво не відрізнялися від ровесниць, отриманих при внутрішньолінійному підборі. Це може бути свідченням переважаючого впливу на цей показник паратипових факторів, у першу чергу умов вирощування. Однак було виявлено певні відмінності між тваринами, отриманими від різних поєднань ліній, які проявляються у вигляді тенденції і не є статистично вірогідними. Телиці, отримані від спаровування бугаїв лінії Чіфа 1427381 з коровами ліній Старбака 352790 і Валіанта 1650414, були спаровані в

більш ранньому віці (вік першого парування, відповідно, 18,9 і 18,7 доби), ніж телиці, матері яких належали до лінії Елевейшин 1491007, а батьки до ліній Чіфа 1427381 і Валіанта 1650414. Вік першого парування в останніх становив, відповідно, 19,8 і 20,9 дня. Вік першого отелення був найпізнішим у первісток кросу ліній Валіанта 1650414 × Елевейшин 1491007. Цей показник був статистично вірогідно більшим ( $P \leq 0,05$ ), ніж у первісток, отриманих при внутрішньолінійному підборі в лінії Елевейшин 1491007 та від кросу ♂Чіфа 1427381 × ♀Старбака 352790. Сервіс-період між першим і другим отеленнями був найбільш тривалим у корів від поєднання ♂Чіфа 1427381 × ♀Старбака 352790, а найкоротшим – у первісток від поєднання ♂Старбака 352790 × ♀Валіанта 1650414. Вказана різниця є статистично вірогідною  $P \leq 0,05$ . Тривалість сухостійного періоду між першим і другим отеленнями була найбільшою в нащадків від спарування бугаїв лінії Старбака 352790 з коровами лінії Валіанта 1650414. Різниці за цим показником з коровами, що походять від досліджуваних варіантів внутрішньолінійного підбору та кросів ліній ♂Чіфа 1427381 × ♀Старбака 352790, ♂Чіфа 1427381 × ♀Валіанта 1650414 і ♂Валіанта 1650414 × ♀Елевейшин 1491007, статистично вірогідні,  $P \leq 0,001$ . Міжотельний період між першим і другим отеленнями був найдовшим у корів від кросу ліній ♂Чіфа 1427381 × ♀Старбака. Він був тривалішим, ніж у корів усіх інших досліджуваних варіантів міжлінійного підбору, на 24,7–38,0 дня, а корів ліній Чіфа 1427381 та Елевейшин 1491007 від внутрішньолінійного підбору – на 29,7 і 34,1 дня. Всі різниці за цим показником статистично вірогідні  $P \leq 0,05–0,001$ .

Отримані в наших дослідженнях дані про більшу тривалість сервіс- та міжотельного періодів збігаються з результатами інших авторів, які повідомляють, що таке явище характерне для голштинізованої худоби, особливо для високопродуктивних корів. В окремих дослідженнях встановлено, що корови з тривалістю сервіс-періоду в межах 120 днів вирізняються найвищою молочною продуктивністю порівняно з більш коротким чи тривалішим сервіс-періодом [11, 12, 23, 32–35, 36–38].

2. Показники відтворної здатності первісток, отриманих при міжлінійному підборі (M±m)

Показник	Поєднання ліній				
	♂Чіфа 1427381 × ♀Елвейшин 1491007 (n=70)	♂Чіфа 1427381 × ♀Старбака 352790 (n=82)	♂Чіфа 1427381 × ♀Валіанга 1650414 (n=94)	♂Валіанга 1650414 × ♀Елвейшин 1491007 (n=114)	♂Старбака 352790 × ♀Валіанга 1650414 (n=68)
Вік першого осіменіння телиць, міс.	19,8 ± 0,31	18,9 ± 0,87	18,7 ± 0,98	20,9 ± 0,77	19,3 ± 0,89
Вік першого отелення, міс.	29,1 ± 0,77	28,5 ± 0,85	28,9 ± 0,77	31,0 ± 0,77*	29,8 ± 0,66
Сервіс-період між першим та другим отеленнями, діб	124,1 ± 9,01	147,6 ± 8,66	132,8 ± 7,14	127,0 ± 8,54	117,6 ± 8,55*
Тривалість тільності після першого отелення, діб	283,7 ± 0,34	282,1 ± 0,66	282,2 ± 0,78	281,4 ± 0,45	284,1 ± 0,81
Сухостійний період перед другим отеленням, діб	61,3 ± 2,0	59,1 ± 1,66***	57,4 ± 1,50***	56,8 ± 2,0***	65,9 ± 1,2
МОП між першим та другим отеленнями, діб	406,3 ± 9,04**	439,7 ± 7,0	415,0 ± 8,5*	408,5 ± 8,3**	401,7 ± 8,8***
Коефіцієнт відтворної здатності за МОП між першим та другим отеленнями	0,90 ± 0,04	0,83 ± 0,02	0,88 ± 0,05	0,89 ± 0,08	0,91 ± 0,08

Примітки. \*P≤0,5. \*\*P≤0,01. \*\*\*P≤0,001.

### Висновки:

1. Встановлено вплив типів підбору на окремі показники відтворної здатності корів західного внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи. Узагальнений показник відтворної здатності у корів, отриманих у результаті внутрішньолінійного поєднання, був найбільший у ліній Елевейшин 1491007 та Чіфа 1427381 – 0,93 та 0,92%. Цей показник серед кросів ліній був найвищим у нащадків поєднання ♂Чіфа 1427381 × ♀Елевейшин 1491007 та ♂Старбака 352790 × ♀Валіанта 1650414 – 0,91 та 0,90%.

2. У ремонтних телиць, отриманих від внутрішньолінійного підбору, вік першого осіменіння був 19,0–19,8 міс. Між другим та третім отеленнями тривалість сухостійного періоду була оптимальною і становила 57,2–58,8 дня.

3. Серед тварин, отриманих при міжлінійному підборі, найшвидше осіменені ремонтні телиці з кросу Чіфа 1427381 – Валіанта 1650414 (18,7 міс.).

### Список використаної літератури

1. Болгова Н. В. Відтворювальна здатність корів української чорно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Тваринництво. 2014. Вип. 2/1 (24). С. 15–18.

2. Бугров О. Д., Шахова Ю. Ю., Кришталь О. М. Вплив інтервалу між осіменіннями на відтворну здатність корів та телиць. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту тваринництва НААН*. 2015. № 113. С. 58–65.

3. Вацький В. Ф., Величко С. А. Молочна продуктивність корів української червоно-рябої молочної породи залежно від їх відтворювальної здатності. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2012. № 2. С. 118–122.

4. Гиль М. І. Вплив внутрішньопородного підбору з використанням спорідненого розведення міжлінійних кросів на молочну продуктивність корів. Миколаїв : МНАУ, 2013. 137 с.

5. Гнатюк С. І., Гнатюк М. А. Гетерогенний підбір та його вплив на молочну продуктивність тварин різних внутрішньопородних типів української

### References

1. Bolhova N. V. Reproductive ability of cows of Ukrainian black-spotted dairy breed. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Serii: Tvarynnytstvo. 2014. Issue 2/1 (24). P. 15–18.

2. Buhrov O. D., Shakhova Yu. Yu., Kryshstal O. M. Influence of the interval between inseminations on the reproductive capacity of cows and heifers. *Danets L. Naukovo-tekhnichnyi biuletyn Instytutu tvarynnytstva NAAN*. 2015. No. 113. P. 58–65.

3. Vatskyi V. F., Velychko S. A. Dairy productivity of cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed depending on their reproductive ability. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2012. No. 2. P. 118–122.

4. Hyl M. I. Influence of in-breed selection with the use of related breeding of interlinear crosses on milk productivity of cows. *Mykolaiv : MNAU*, 2013. 137 p.

5. Hnatiuk S. I., Hnatiuk M. A. Heterogeneous selection and its influence on milk productivity of animals of different intrabreed types of Ukrainian red dairy

- червоної молочної породи. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. 2014. Вип. 2/2 (25). С. 48–52.
6. Данець Л. М. Вплив віку першого отелення на подальшу молочну продуктивність корів-первісток. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту тваринництва НААН*. 2011. № 105. С. 53–57.
7. Денисюк О. В. Продуктивність та відтворювальна здатність корів за різного характеру лактаційної кривої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Т. 1. Ч. 3 (79). С. 169–176.
8. Дідківський А. М., Кучер Д. М. Використання племінного підбору в селекційній роботі зі стадом молочної худоби. *Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграрного ун-ту*. 2014. Вип. 2 (86). С. 46–51.
9. Іляшенко Г. Д. Молочне скотарство Кіровоградщини. *Розведення і генетика тварин*. 2019. Вип. 57. С. 48–61.
10. Кальчук Л. А. Зв'язок молочної продуктивності з показниками відтворювальної здатності та господарського використання у корів чорно-рябої молочної породи. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту тваринництва*. 2001. Вип. 80. С. 64–67.
11. Катаєва А. П. Оцінка відтворювальної здатності корів за різної тривалості продуктивного використання. *Наук.-техн. бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2016. № 1. Т. 4. С. 113–116.
12. Катмаков П. С., Анфимова Л. В., Кузьміна О. М. Молочная продуктивность и воспроизводительная способность коров черно-пестрой и голштинской пород разных генеалогических линий. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Тваринництво. 2012. Вип. 10 (20). С. 40–42.
13. Кочук-Ященко О. А. Особенности экстер'єрного типу та молочної продуктивності корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. 2014. Issue 2/2 (25). P. 48–52.
6. Danets L. M. The influence of the age of the first calving on the subsequent milk productivity of first-born cows. *Naukovo-tekhnichnyi biuletен Instytutu tvarynnytstva NAAN*. 2011. No. 105. P. 53–57.
7. Denysiuk O. V. Productivity and reproductive capacity of cows with different nature of the lactation curve. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2014. Vol. 1. No. 3 (79). P. 169–176.
8. Didkivskiy A. M., Kucher D. M. Use of breeding selection in selection work with a herd of dairy cattle. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarного universytetu*. 2014. Issue 2 (86). P. 46–51.
9. Illiashenko H. D. Molochne skotarstvo Kirovohradshchyny. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Issue 57. P. 60–67.
10. Kalchuk L. A. Relationship of milk productivity with indicators of reproductive capacity and economic use in cows of black-spotted dairy breed. *Naukovo-tekhnichnyi biuletен Instytutu tvarynnytstva NAAN*. 2001. No. 80. P. 64–67.
11. Kataieva A. P. Estimation of reproductive capacity of cows for different duration of productive use. *Naukovo-tekhnichnyi biuletен NDTs biobezpeky ta ekolohichного kontroliu resursiv PAK*. 2016. No. 1. Vol. 4. P. 113–116.
12. Katmakov P. S., Anfymova L. V., Kuzmyna O. M. Milk productivity and reproductive ability of black-and-white and Holstein cows of different genealogical lines. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarного universytetu*. 2012. Issue 10 (20). P. 40–42.
13. Kochuk-Iashchenko O. A. Peculiarities of exterior type and milk productivity of the first-born cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed under different selection options. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarного universytetu*. Seria: Tvarynnytstvo. 2017. Issue 5/1 (31). P. 90–95.

аграрного ун-ту. Сер.: Тваринництво. 2017. Вип. 5/1 (31). С. 90–95.

14. Кравченко Н. А. Разведение сельскохозяйственных животных. Москва, 1963. 310 с.

15. Кучер Д. М., Мамченко Ю. В. Характеристика показників молочної продуктивності та відтворної здатності корів-первісток сментальської породи. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Тваринництво. 2017. Вип. 5/1 (31). С. 101–106.

16. Литвиненко Т. В., Бунь Ю. С. Аналіз відтворної здатності корів голштинської породи в умовах Лісостепу України. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Тваринництво. 2013. Вип. 1/22. С. 122–125.

17. Пелехатий М. С., Кучер Д. М. Господарсько-корисні ознаки корів-первісток української чорно-рябої молочної породи різних кросів ліній при різному рівні гетерогенного підбору. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Тваринництво. 2013. Вип. 7. С. 59–67.

18. Пелехатий М. С., Кучер Д. М. Ефективність використання кросів ліній в заводському стаді української чорно-рябої молочної породи. *Вісник Житомир. нац. агроеколог. ун-ту*. 2012. № 2 (1). С. 141–150.

19. Пелехатий М. С., Осипенко М. В. Вплив тривалості сервіс-періоду на молочну продуктивність та відтворну здатність корів. *Науковий огляд*. 2016. № 9 (30). С. 1–12.

20. Передрій М. М. Відтворна здатність корів української червоно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Тваринництво. 2017. Вип. 5/1 (31). С. 131–134.

21. Петренко І. П., Кругляк А. П., Цапко В. А. Продуктивність корів від різних варіантів підбору в стадах новостворених молочних порід. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 143–145.

14. Kravchenko N. A. Breeding of farm animals. Moscow, 1963. 310 p.

15. Kucher D. M., Mamchenko Yu. V. Characteristics of indicators of milk productivity and reproductive capacity of Simmental cows. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seria: Tvarynnytstvo. 2017. Issue 5/1 (31). P. 101–106.

16. Lytvynenko T. V., Bun Yu. S. Analysis of the reproductive capacity of Holstein cows in the Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seria: Tvarynnytstvo. 2013. Issue 1/22. P. 122–125.

17. Pelekhaty M. S., Kucher D. M. Economic and useful features of the first-born cows of the Ukrainian black-spotted dairy breed of different cross lines at different levels of heterogeneous selection. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seria: Tvarynnytstvo. 2013. Issue. 7. P. 59–67.

18. Pelekhaty M. S., Kucher D. M. The efficiency of using cross lines in the factory herd of Ukrainian black-and-white dairy breed. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahrakolohichnoho universytetu*. 2012. No. 2 (1). P. 141–150.

19. Pelekhaty M. S., Osypenko M. V. Influence of service period duration on milk productivity and reproductive capacity of cows. *Naukovyi ohliad*. 2016. No. 9 (30). P. 1–12.

20. Peredrii M. M. Reproductive ability of cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed at various options of selection. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seria: Tvarynnytstvo. 2017. Issue. 5/1 (31). P. 131–134.

21. Petrenko I. P., Kruhliak A. P., Tsapko V. A. Productivity of cows from different selection options in herds of newly formed dairy breeds. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. Issue 44. P. 143–145.

22. Pishchan S. H., Lytvynenko L. O., Honchar A. O. Service period and level of milk productivity of Holstein cows for 305

22. Піщан С. Г., Литвиненко Л. О., Гончар А. О. Сервіс-період та рівень молочної продуктивності голштинських корів за 305 дів лактації. *Наук.-техн. бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2016. № 1. Т. 1. С. 176–183.
23. Порівняльна характеристика продуктивності корів-первісток сучасних молочних порід в умовах одного господарства / М. С. Пелехатий та ін. *Біологія тварин*. 2017. Т. 19. № 3. С. 69–76.
24. Почукалін А. Є., Різун О. В., Прийма С. В. Господарські корисні ознаки корів структурних формувань центрального внутрішньопородного типу української червоно-рябої молочної породи. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту тваринництва НААН*. 2017. № 117. С. 111–118.
25. Почукалін А. Є., Різун О. В., Прийма С. В. Оцінка первісток молочних порід України за основними селекційними ознаками. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту тваринництва НААН*. 2016. № 116. С. 132–139.
26. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 256 с.
27. Поліщук Т. В. Відтворна здатність корів у залежності від системи утримання та часу отелення. *Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграрного ун-ту*. 2011. № 8 (48). С. 222–226.
28. Продуктивні та відтворювальні якості корів голштинської породи другої лактації за різного рівня удою на ранній стадії лактопоезу / С. Г. Піщан та ін. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту тваринництва НААН*. 2015. № 114. С. 124–132.
29. Ставецька Р. В., Рудик І. А. Вплив генотипових факторів на відтворні показники корів. *Зб. наук. пр. Білоцерк. нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2012. Вип. 7 (90). С. 39–43.
- days of lactation. *Naukovo-tehnichniy biuleten NDTs biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK*. 2016. No. 1. T. 1. P. 176–183.
23. Comparative characteristics of productivity of first-born cows of modern dairy breeds in the conditions of one economy. M. S. Pelekhayti ta in. *Biologhiia tvaryn*. 2017. Part 19. No. 3. P. 69–76.
24. Pochukalin A. Ye., Rizun O. V., Pryima S. V. Productive and reproductive qualities of Holstein cows of the second lactation at different levels of milk yield at the early stage of lactopoiesis. *Naukovo-tehnichniy biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN*. 2017. No. 117. P. 111–118.
25. Pochukalin A. Ye., Rizun O. V., Pryima S. V. Assessment of first-born dairy breeds of Ukraine according to the main selection features. *Naukovo-tehnichniy biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN*. 2016. No. 116. P. 132–139.
26. Plokhynskiy N. A. Biometrics guide for zootechnicians. Moscow : Kolos, 1969. 256 p.
27. Polishchuk T. Reproductive capacity of cows depending on the system of keeping and calving time. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahramoho universytetu*. 2011. No. 8 (48). P. 222–226.
28. Productive and reproductive qualities of Holstein cows of the second lactation at different levels of milk yield at the early stage of lactopoiesis. Pishchan S. H. et al. *Naukovo-tehnichniy biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN*. 2015. No. 114. P. 124–132.
29. Stavetska R. V., Rudyk I. A. Influence of genotypic factors on reproductive performance of cows. *Zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho natsionalnoho ahramoho universytetu*. Serii: Tekhnologhiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva. 2012. Issue 7 (90). P. 39–43.

30. Титаренко І. В., Буштрук М. В., Старостенко І. С. Відтворна здатність корів залежно від генеалогічної належності. *Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграрного ун-ту*. 2011. № 8 (48). С. 74–77.
31. Федорович Є. І., Сірацький Й. З. Вплив тривалості сухостійного, сервіс- і міжотельного періодів на молочну продуктивність корів західного внутрішньопородного типу чорно-рябої породи. *Тваринництво України*. 2005. № 1. С. 16–18.
32. Федорович Є., Щербатий З., Боднар П. Вплив показників відтворної здатності на молочну продуктивність корів. *Тваринництво України*. 2014. № 2. С. 38–41.
33. Ференц Л. В. Відтворювальна здатність та молочна продуктивність корів залежно від племінної цінності їх батьків. *Наук. вісник Львівського нац. ун-ту ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 74. С. 48–51.
34. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Ефективність внутрішньолінійного розведення та поєднуваності ліній в селекції голштинської худоби. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Тваринництво. 2010. Вип. 12 (18). С. 149–153.
35. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В., Хмельничий С. Л. Внутрішньолінійний підбір та міжлінійні кроси в селекції голштинської породи. *Матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф. «Актуальні питання технології продукції тваринництва»* (Полтава, 30–31 жовтня 2019 р.). С. 38–43.
36. Хмельничий Л. М., Салогуб А. М. Ефективність поєднання генеалогічних формувань в селекції молочної худоби. *Зб. наук. пр. Подільського держ. аграрно-техн. ун-ту*. Сер.: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2012. Вип. 20. С. 285–287.
37. Шрапа В. С., Гавриленко М. С. Молочна продуктивність і відтворна здатність корів новостворених порід. *Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграрного ун-ту*. 2011. № 8 (48). С. 74–77.
38. Федорович Є. І., Сірацький Й. З. Вплив тривалості сухостійного, сервіс- і міжотельного періодів на молочну продуктивність корів західного внутрішньопородного типу чорно-рябої породи. *Тваринництво України*. 2005. № 1. С. 16–18.
39. Федорович Є., Щербатий З., Боднар П. Вплив показників відтворної здатності на молочну продуктивність корів. *Тваринництво України*. 2014. № 2. С. 38–41.
40. Ференц Л. В. Відтворювальна здатність та молочна продуктивність корів залежно від племінної цінності їх батьків. *Наук. вісник Львівського нац. ун-ту ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 74. С. 48–51.
41. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Ефективність внутрішньолінійного розведення та поєднуваності ліній в селекції голштинської худоби. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Тваринництво. 2010. Вип. 12 (18). С. 149–153.
42. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В., Хмельничий С. Л. Внутрішньолінійний підбір та міжлінійні кроси в селекції голштинської породи. *Матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф. «Актуальні питання технології продукції тваринництва»* (Полтава, 30–31 жовтня 2019 р.). С. 38–43.
43. Хмельничий Л. М., Салогуб А. М. Ефективність поєднання генеалогічних формувань в селекції молочної худоби. *Зб. наук. пр. Подільського держ. аграрно-техн. ун-ту*. Сер.: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2012. Вип. 20. С. 285–287.

наук. пр. нац. ун-ту біоресурсів і природокористування. Сер.: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2011. Вип. 160. Ч. 1. С. 64–68.

38. Шуляр А. П. Вплив віку першого осіменіння корів та першого отелення на їх молочну продуктивність. *Таврійський наук. вісник*. 2019. № 109. Ч. 2. С. 155–161.

39. Analysis of Relationship between Production and Reproduction Traits of Holstein Cattle Population in the Slovak Republic / Z. Riecka et al. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*. 2011. Vol. 44 (1). P. 332–336.

40. Banga C. B., Naser F. W. C., Garrick D. J. Breeding objectives for Holstein cattle in South Africa. *South African Journal of Animal Science*. 2014. Vol. 44 (No. 3). P. 199–215.

41. Relationships among milk production, reproductive traits, and herd life for Tunisian Holstein-Friesian cows / N. Ajili et al. *African Journal of Agricultural Research*. 2007. Vol. 2 (2). P. 047–051.

37. Shrapa V. S., Havrylenko M. S. Dairy productivity and reproductive capacity of cows of newly created breeds. *Collection of scientific works of the National University of Life and Environmental Sciences*. Series Technology of production and processing of livestock products. 2011. Vip. 160. Part 1. P. 64–68.

38. Shuliar A. P. Influence of the age of the first insemination and the first calving on their milk productivity. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2019. No. 109. Part. 2. P.155–161.

39. Analysis of Relationship between Production and Reproduction Traits of Holstein Cattle Population in the Slovak Republic / Riecka Z. et al. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*. 2011. Vol. 44 (1). P. 332–336.

40. Banga C. B., Naser F. W. C., Garrick D. J. Breeding objectives for Holstein cattle in South Africa. *South African Journal of Animal Science*. 2014. Vol. 44 (No. 3). P. 199–215.

41. Relationships among milk production, reproductive traits, and herd life for Tunisian Holstein-Friesian cows / N. Ajili et al. *African Journal of Agricultural Research*. 2007. Vol. 2 (2). P. 047–051.

Отримано 04.12.2021

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ОНТОГЕНЕЗУ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ**

У статті наведено результати досліджень динаміки живої маси піддослідних ремонтних теличок з урахуванням їх лінійної належності у ДП ДГ «Радехівське» та у ДП ДГ «Оброшино», їх екстер'єру та життєздатності новонародженого молодняка. А саме – дані росту й розвитку ремонтних теличок – дочок бугаїв Дербі 1401803187 (лінія Елевейшна), Севаша 4600031573 (лінія Старбака), Стерлінга 1427381 (лінія Елевейшна), відповідно, в господарствах «Радехівське» Радехівського та «Оброшино» Пустомитівського районів Львівської області. Результатами численних експериментів доведено, що на ріст і розвиток молодняка великої рогатої худоби в постембріональний період за нормальних умов годівлі й утримання впливає як породний фактор, так і належність до лінії. Тому метою досліджень було виявити закономірності змін вагового росту та лінійних параметрів ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи у віковій динаміці від народження до досягнення ними 9-місячного віку з урахуванням їх лінійної належності та розробити заходи з відбору молодняка для ремонту стад.

Встановлено, що ремонтні телиці української чорно-рябої молочної породи і в ДП ДГ «Радехівське», і в ДП ДГ «Оброшино» характеризуються високою оптимальною інтенсивністю росту, їх жива маса відповідає стандарту породи. Від народження до 9-місячного віку ремонтні телиці ліній Елевейшна та Старбака мають середньодобові прирости 719–723 г. У всі досліджувані періоди спостерігається тенденція більшої живої маси в дочок бугая Дербі 1401803187 (лінія Елевейшна, ДП ДГ «Радехівське») та в нащадків бугая Стерлінга 1427381 (лінія Елевейшна, ДП ДГ «Оброшино»). У ремонтних телиць – дочок бугая Дербі 1401803187 (лінія Елевейшна, ДП ДГ «Радехівське») більші проміри висоти в холці у віці 6 місяців та крижах у віці 9 місяців, відповідно, на 3,4 та 2,0 см, також у них більший промір ширини грудей у віці 9 місяців (на 2,6 см) та обхват грудей за лопатками (на 1,9 см), ніж у дочок бугая Севаша 4600031573. За висотними промірами ремонтні телиці – нащадки бугая Стерлінга 1427381 (лінія Елевейшна, ДП ДГ «Оброшино») переважали ровесниць – дочок бугая Севаша 4600031573 (лінія Старбака).

**Ключові слова:** ремонтні телиці, українська чорно-ряба порода, лінія, жива маса, проміри, онтогенез.

**Olha Stadnytska**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**Features of the process of ontogenesis of repair heifers of Ukrainian black-spotted dairy breed**

The article presents the results of studies of the live weight dynamics of experimental repair heifers, taking into account their linear affiliation in SE EF Radekhivske and SE EF Obroshyno, their exterior and viability of newborn young. Namely data on the growth and development of repair heifers – daughters of bulls Derby 1401803187 (Elevation line), Sevash 4600031573 (Starbuck line), Sterling 1427381 (Elevation line) respectively in the farms "Radekhivske" of Radekhiv and "Obroshino" of Pustomyty district in Lviv region. The results of numerous experiments have shown that the growth and development of young cattle in the post-embryonic period under normal conditions of feeding and keeping is influenced by both the breed factor and belonging to the line. Therefore, the goal of the research was to establish the regularities of changes in weight growth and linear parameters of repair heifers of Ukrainian black-spotted dairy breed in the age dynamics from birth to 9 months of age, taking into account their linear affiliation and to develop measures for selection of young calves with the aim of herd repair.

It is established that repair heifers of Ukrainian black-spotted dairy breed both in SE EFs of "Radekhivske" and "Obroshyno" are characterized by high optimal growth intensity, their live weight corresponds to the breed standard. From birth to 9 months of age the repair heifers of the Elevation and Starbuck lines have an average daily gain of 719–723 g. The repair heifers – daughters of the bull Derby 1401803187 (Elevation line, SE EF "Radekhivske") have larger measurements of height in the withers at the age of 6 months and buttocks at the age of 9 months respectively by 3.4 and 2.0 cm, they also have a larger width of the chest at the age of 9 months (by 2.6 cm) and the girth of the breasts behind the shoulder blades (1.9 cm) than the daughters of the bull Sevash 4600031573. According to height measurements repair heifers – descendants of the bull Sterling 1427381 (Elevation line, SE EF "Obroshyno") were dominated by peers – daughters of the bull Sevash 4600031573 (Starbuck line).

**Key words:** repair heifers, Ukrainian black-spotted breed, line, live weight, measurements, ontogenesis.

**Вступ.** Рівень молочної продуктивності закладається в період онтогенезу тварин, в процесі їх росту і розвитку. Ознаки, що характеризують молочну продуктивність, формуються під впливом генотипу. Генотип тварини при цьому визначає норму її реакції на умови зовнішнього середовища [2, 4, 15]. Знання закономірностей росту й розвитку дає змогу здійснювати направлене вирощування молодняка [26]. У молодняка жива маса слугує показником росту й

розвитку організму та є фактором, що визначає продуктивні якості тварин [6, 27]. Інтенсивність росту й розвитку – цінна властивість худоби [14, 22, 30]. Багато дослідників відмічають вплив доброго розвитку тварин на їх продуктивні та племінні якості в майбутньому [1, 3, 17, 24, 28]. У процесі розвитку кожна тварина набуває властивої їй індивідуальності, що виражається особливостями її конституції, продуктивності, екстер'єру [7, 10, 21]. Результатами численних експериментів доведено, що на ріст і розвиток молодняка великої рогатої худоби в постембріональний період за нормальних умов годівлі й утримання впливає як породний фактор, так і належність до лінії [5, 13, 18, 23].

Метою досліджень було виявити закономірності змін вагового росту та лінійних параметрів ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи у віковій динаміці від народження до досягнення ними 9-місячного віку з урахуванням їх лінійної належності та розробити заходи з відбору молодняка для ремонту стад [9, 25, 29]. Об'єктом досліджень були ремонтні телички української чорно-рябої молочної породи у двох господарствах – ДП ДГ «Радехівське» Радехівського та ДП ДГ «Оброшине» Пустомитівського районів Львівської області від їх народження до досягнення 9-місячного віку.

У результаті нашої роботи наведено дані росту й розвитку ремонтних теличок – дочок бугаїв Дербі 1401803187 (лінія Елевейшна), Севаша 4600031573 (лінія Старбака), Стерлінга 1427381 (лінія Елевейшна), відповідно, у господарствах «Радехівське» Радехівського та «Оброшино» Пустомитівського районів Львівської області, що дають змогу зрозуміти й правильно вибрати телиць для ремонту стад, а саме – використати того батька, нащадки якого інтенсивніше ростуть і мають кращі показники росту.

**Матеріали і методи.** Основний метод – експериментальний шляхом проведення науково-господарського досліді. При опрацюванні результатів досліджень використовували зоотехнічні та статистичні методи. Дослідження проводили на ремонтних телицях різних ліній української чорно-рябої молочної породи у двох господарствах – ДП ДГ «Радехівське» Радехівського та ДП ДГ «Оброшино» Пустомитівського районів Львівської області від їх народження до досягнення ними віку 9 місяців. Під час проведення досліджень вивчали динаміку живої маси ремонтних телиць – нащадків різних ліній та бугаїв за результатами їх зважування при народженні, у віці 3, 6 та 9 місяців. На основі зважування визначено

середньодобові прирости піддослідного молодняка. Екстер'єрні особливості вивчено за промірами будови тіла, на їх основі визначено індекси будови тіла. Також при проведенні досліджень враховували результати бонітування піддослідного молодняка згідно з інструкцією з бонітування [11, 16]. Вивчали життєздатність піддослідного молодняка за виживанням телят до 10-денного віку та його збереження до 6-місячного віку відповідно до зоотехнічних записів. Біометричне оброблення одержаних даних було проведено методом варіаційної статистики за методикою М. А. Плохінського [19].

**Результати та обговорення.** Динаміку змін живої маси піддослідних ремонтних теличок з урахуванням їх лінійної належності в ДП ДГ «Радехівське» наведено в таблиці 1.

При народженні ремонтні телички обох груп мали досить високу живу масу, яка характерна для української чорно-рябої молочної породи. Однак нами встановлено неоднакову живу масу в дочок різних бугаїв. Так, вірогідна перевага при народженні була у тварин – дочок бугая Дербі 1401803187 (на 1,2 кг, або 3%,  $P < 0,05$ ).

### 1. Зміна живої маси піддослідних ремонтних теличок різних ліній з віком, кг ( $M \pm m$ )

Вік, міс.	Бугаї, лінія	
	Дербі 1401803187 (Елевейшна), $n=41$	Севаш 4600031573 (Старбака), $n=15$
При народженні	$36,6 \pm 0,4$	$35,4 \pm 0,2$
3	$107,0 \pm 0,6$	$106,7 \pm 2,5$
6	$174,6 \pm 1,4$	$170,1 \pm 5,0$
9	$237,8 \pm 2,8$	$234,7 \pm 2,4$

Така закономірність збереглася і в наступні вікові періоди. Встановлено, що в усі вікові періоди в ремонтних теличок – дочок обох бугаїв були оптимальні середньодобові прирости (табл. 2).

Однак в усі вікові періоди перевагу мали дочки бугая Дербі 1401803187. Так, у віковий період від 3 до 6 місяців телички – дочки бугая Дербі 1401803187 за середньодобовими приростами переважали ровесниць на 13 г, або 1,8%. У віковому періоді 6–9 місяців їх середньодобові прирости були практично однакові з дочками бугая Севаша 4600031573 – 719 та 723 г.

Аналогічна тенденція спостерігалася і в період від народження до 6-місячного віку. У цей віковий період телички I групи переважали за середньодобовими приростами тварин II групи лише на 11 г. У

віковому періоді від народження до 9-місячного віку перевага дочок Дербі 1401803187 становила 8 г (742 г середньодобових приростів проти 735 г). Отже, найвищі середньодобові прирости телички обох піддослідних груп мали у віці від народження до 3 місяців (796–785 г), хоча достовірної різниці між групами не виявлено.

## 2. Середньодобові прирости ремонтних теличок за віковими періодами ( $M \pm m$ )

Показник	Вікові періоди, міс.				
	0–3	3–6	6–9	0–6	0–9
Дочки бугая Дербі 1401803187, $n=41$					
Середньодобовий приріст, г	796±12,5	729±12,8	725±13,0	761±13,9	742±8,0
Дочки бугая Севаша 4600031573, $n=15$					
Середньодобовий приріст, г	785±14,0	715±14,0	721±15,0	752±14,0	735±14,0

Загалом за період вирощування від народження до 9-місячного віку найбільш високі середньодобові прирости отримано від дочок бугая Дербі 1401803187 – 742 г.

Ми не спостерігали падежу молодняка як до 10-денного віку, так і надалі при його вирощуванні до 6-місячного віку. Життєздатність новонародженого молодняка до 10-денного віку та його збереженість до 6-місячного віку в нащадків обох бугаїв становила 100%.

Ріст і розвиток – поняття взаємопов'язані. У процесі росту й розвитку тварина набуває не тільки властивих їй породних і видових ознак, а й особливостей конституції, екстер'єру й продуктивності. Враховуючи це, було вивчено зміни основних промірів тілобудови для характеристики росту осьового й периферійного скелетів піддослідних тварин під час їх бонітування – у 6- та 9-місячному віці. Генотип порізного вплинув на розвиток окремих статей у теличок української чорно-рябої молочної породи. У ДП ДГ «Радохівське» телички обох груп мали більші висотні проміри та проміри довжини тіла. У 6-місячному віці висота в холці була більшою в теличок – дочок бугая Дербі 1401803187. За цим показником вони переважали аналогів – дочок Севаша 4600031573 на 4,0% ( $P < 0,01$ ), у 9 місяців ця закономірність зберігалася, але вірогідної різниці за висотою в холці не виявлено.

Така закономірність залишалася за показниками промірів висоти в крижах та довжини тулуба. Ремонтні телички – дочки бугая Дербі 1401803187 у віці 6 місяців мали висоту в крижах 104,5 см, що на 2,0% більше, ніж у дочок бугая Севаша 4600031573. У 9-місячному віці виявлено достовірну різницю за цим показником, дочки бугая Дербі 1401803187 переважали теличок бугая Севаша 4600031573 на 2 см (2%,  $P < 0,05$ ). За довжиною тулуба дочки бугая Дербі 1401803187 у віці 6–9 місяців переважали ровесниць – дочок бугая Севаша 4600031573 на 1,1–2 см. За показниками глибини тулубу ремонтні телички бугая Дербі 1401803187 у віці 6 та 9 місяців незначно переважали дочок бугая Севаша 4600031573 – на 0,2 см. У 9 місяців встановлено достовірну різницю за показниками ширини грудей у дочок бугая Дербі 1401803187 порівняно з дочками бугая Севаша 4600031573. Цей показник був більший на 2,6 см (8%,  $P < 0,001$ ). Різниця за показниками глибини грудей та ширини в клубах не виявлено.

Проміри, які відображають об'єм тіла і розвиток кістяка піддослідних тварин, свідчать, що обхват грудей за лопатками у віці 6 місяців був практично однаковим у теличок обох груп. У віці 9 місяців встановлено більший обхват грудей за лопатками в дочок бугая Дербі 1401803187 на 2,0 см ( $P < 0,05$ ) порівняно з теличками бугая Севаша 4600031573. Про міцність кістяка свідчить обхват п'ястка. Цей промір у 6-місячному віці у піддослідних теличок обох груп практично не відрізнявся. Однак у віці 9 місяців у нащадків бугая Севаша 4600031573 обхват п'ястка був більшим на 0,4 см (різниця не вірогідна).

Зміни показників промірів тулуба ремонтних теличок свідчать про зниження енергії лінійного росту з віком тварин. Проте спад інтенсивності росту окремих показників будови тіла відбувався не завжди поступово, а хвилеподібно з підвищенням та пониженням у деякі вікові періоди, що свідчить про неоднакову швидкість росту в постембріональний період окремих статей тіла тварин.

У результаті різної інтенсивності росту теличок одні проміри тіла в них були більші, інші – менші, що відповідає біологічному закону про нерівномірний розвиток органів і тканин у тварин, які ростуть.

Виявлено, що висота в холці, висота в крижах, довжина тулуба, ширина грудей, обхват грудей були вищими в дочок Дербі 1401803187 на 1–2,5%, а глибина грудей, ширина в клубах та обхват п'ястка у них нижчі, ніж у дочок Севаша 4600031573, на 0,7–2,1%.

Встановлено, що в ДП ДГ «Оброшино» жива маса теличок відповідала стандарту породи. При народженні в нащадків бугая Стерлінга 1427381 перевага за живою масою над дочками бугая Севаша 4600031573 була незначною (на 0,9 кг). У 3-місячному віці вона становила 1,1 кг. У 6- та 9-місячному віці дочки бугая Стерлінга 1427381 переважали за живою масою ровесниць, відповідно, на 2,8 та 3,0 кг. Динаміку зміни живої маси в піддослідних ремонтних теличок ДП ДГ «Оброшино» наведено в таблиці 3.

### 3. Зміна живої маси піддослідних ремонтних теличок різних ліній з віком, кг ( $M \pm m$ )

Вік, міс.	Бугаї, лінія	
	Стерлінг 1427381 (Елевейшна), $n=44$	Севаш 4600031573 (Старбака), $n=30$
При народженні	$35,4 \pm 0,3$	$35,4 \pm 0,2$
3	$107,5 \pm 0,8$	$106,7 \pm 2,5$
6	$172,8 \pm 1,2$	$170,1 \pm 4,2$
9	$231,4 \pm 2,8$	$228,4 \pm 2,3$

Отже, у дочок бугая Стерлінга 1427381 виявлено перевагу за живою масою в усі вікові періоди, однак вона не була статистично вірогідною. Середньодобові прирости піддослідних теличок найбільшими були у віковому періоді від народження до 3-місячного віку, надалі вони закономірно знижувалися, але відповідали вимогам до приростів для худоби молочного напрямку продуктивності і за середньодобовими приростами в усі вікові періоди переважали ровесниць, однак вірогідної різниці не встановлено. Телички – нащадки бугая Стерлінга 1427381 як у 6-місячному віці, так і у віці 9 місяців мали більші проміри висоти й довжини тіла. У 6-місячному віці висота в холці була більшою в теличок – нащадків бугая Стерлінга 1427381. За цим показником вони переважали аналогів – дочок Севаша 4600031573 на 2,6 см (2,5%,  $P < 0,001$ ), у 9 місяців ця закономірність також збереглася. Телички, отримані від бугая Стерлінга 1427381, переважали ровесниць на 1,3 см, або 1,3%, однак вірогідної різниці не встановлено. За довжиною тулуба дочки бугая Стерлінга 1427381 в 6 та 9 місяців вірогідно переважали ровесниць – дочок бугая Севаша 4600031573 на 1,1–3,0 см ( $P < 0,001$ ).

За показниками промірів висоти в крижах та довжини тулуба спостерігається аналогічна закономірність. Телички бугая Стерлінга 1427381 мали у віці 6 місяців висоту в крижах 101,6 см, що на 2,2 см,

або 2,6%, більше, ніж у дочок Севаша 4600031573 ( $P<0,001$ ). У 9-місячному віці також встановлено достовірну перевагу за цим показником у дочок бугая Стерлінга 1427381 (на 2 см, 1,9%,  $P<0,05$ ).

За показниками глибини та ширини тіла ремонтні телички бугая Стерлінга 1427381 переважали аналогів – дочок бугая Севаша 4600031573. Однак статистично вірогідною різниця була лише у віці 9 місяців за показниками промірів ширини грудей ( $P<0,001$ ). Аналіз результатів свідчить, що обхват грудей за лопатками у віці 6 місяців був більшим у дочок бугая Стерлінга 1427381 на 1,5 см (1,3%), у 9 місяців – на 0,9 см, однак вірогідної різниці не виявлено. За промірами обхвату п'ястка спостерігалася тенденція до збільшення цих промірів у дочок Стерлінга 1427381.

**Висновки.** Ремонтні телиці української чорно-рябої молочної породи як у ДП ДГ «Радехівське», так і у ДП ДГ «Оброшино» характеризуються високою оптимальною інтенсивністю росту, їх жива маса відповідає стандарту породи. Від народження до 9-місячного віку ремонтні телиці ліній Старбака та Елевейшна мають середньодобові прирости 719–723 г. У всі досліджувані періоди спостерігалася тенденція більшої живої маси в дочок бугая Дербі 1401803187 (лінія Елевейшна, ДП ДГ «Радехівське») та в нащадків бугая Стерлінга 1427381 (лінія Елевейшна, ДП ДГ «Оброшино»).

У ремонтних телиць – дочок бугая Дербі 1401803187 (лінія Елевейшна, ДП ДГ «Радехівське») більші проміри висоти в холці у віці 6 місяців та крижах у віці 9 місяців, відповідно, на 3,4 та 2,0 см, також у них більший промір ширини грудей у віці 9 місяців (на 2,6 см) та обхват грудей за лопатками (на 1,9 см), ніж у дочок бугая Севаша 4600031573. У дочок бугая Дербі 1401803187 (ДП ДГ «Радехівське») у віці 6 місяців більші тазо-грудний та грудний індекси (на 7 та 3%), ніж у дочок Севаша 4600031573, та в 9 місяців – індекси розтягнутості, тазо-грудний і грудний (на 5–10%).

За висотними промірами ремонтні телиці – нащадки бугая Стерлінга 1427381 (лінія Елевейшна, ДП ДГ «Оброшино») переважали ровесниць – дочок бугая Севаша 4600031573 (лінія Старбака): у 6 місяців – за висотою в холці та крижах, відповідно, на 2,2 та 2,6 см, а в 9 місяців – за висотою в крижах на 2,0 см. За промірами довжини тулуба дочки бугая Стерлінга 1427381 у віці 6 та 9 місяців переважали дочок бугая Севаша 4600031573, відповідно, на 2,1 та 3,0 см.

**Список використаної літератури**

1. Башенко М. И., Хмельничий Л. М. Модельный тип молочной породы. *Зоотехния*. 2005. № 3. С. 6–8.
2. Бабенко О. І., Клопенко Н. І. Лінійна оцінка тлобудови корів різної селекції. *Розведення і генетика тварин*. 2015. Вип. 50. С. 45–47.
3. Вишневський Л. В., Войтенко С. Л., Сидоренко О. В. Господарські корисні ознаки великої рогатої худоби молочних порід в стадах дослідних господарств мережі Національної академії аграрних наук України. *Розведення і генетика тварин*. 2019. Вип. 57. С. 29–37.
4. Волков В. А. Селекційно-генетичні та біологічні особливості худоби української чорно-рябої молочної породи різних ліній : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 / Миколаїв. нац. аграр. ун-т. Миколаїв, 2014. 21 с.
5. Данько Ю. П. Ріст і розвиток ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи різних типів конституції. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 52. С. 22–31.
6. Дідківський А. М., Омелькович С. П., Кобернюк В. В. Вплив лінійної належності на продуктивні якості корів української чорно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. 2014. Вип. 2/1 (24). С. 39–42.
7. Забудовський Є. Є., Голубчик Ю. І. Реалізація продуктивного потенціалу молочної худоби у зв'язку з особливостями росту. *Розведення і генетика тварин : матеріали наук. дискусії «Розведення сільськогосподарських тварин за лініями» : міжвід. темат. наук. зб.* Вип. 36. Київ : Науковий світ, 2002. С. 61–63.
8. Західний внутрішньопородний тип української чорно-рябої молочної породи на Львівщині / Є. Федорович, Н. Бабій, М. Кузів, Т. Дорда. *Тваринництво України*. 2007. № 12. С. 17–19.
9. Ивашков А. И., Рыжкова Л. Ю. Особенности роста высокопродуктивных коров. *Вестник Российского гос. аграрного*

**References**

1. Bashchenko M. Y., Khmelnychi L. M. Model type of dairy breed. *Zootekhniiia*. 2005. No. 3. P. 6–8.
2. Babenko O. I., Klopenko N. I. Linear evaluation of the constitution of cows of different breeding. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2015. Issue 50. P. 45–47.
3. Vyshnevskiy L. V., Voitenko S. L., Sydorenko O. V. Economically useful signs of dairy cattle in herds of research farms of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine network. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Issue 57. P. 29–37.
4. Volkov V. A. Selection-genetic and biological features of Ukrainian black-and-white dairy cattle of different lines : avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.02.01 / Mykolaiv. nats. ahrar. un-t. Mykolaiv, 2014. P. 21.
5. Danko Yu. P. Growth and development of repair heifers of Ukrainian black-spotted dairy breed of different types of constitution. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Issue 52. P. 22–31.
6. Didkivskiy A. M., Omelkovich S. P., Koberniuk V. V. Influence of linear affiliation on the productive qualities of cows of Ukrainian black-mottled dairy breed. *Visnyk Sumskoho nationalnoho ahrarnoho universytetu*. 2014. Issue 2/1 (24). P. 39–42.
7. Zabludovskiy Ye. Ye, Holubchik Yu. I. Realization of productive potential of dairy cattle in connection with peculiarities of growth. *Rozvedennia i henetyka tvaryn : materialy naukoivoi dyskusii «Rozvedennia silskohospodarskykh tvaryn za liniiami» : mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*. Issue 36. Kyiv : Naukovyi svit, 2002. P. 61–63.
8. Western intra-breed type of Ukrainian black-spotted dairy breed in Lviv region / Ye. Fedorovych, N. Babii, M. Kuziv, T. Dorda. *Tvarynnystvo Ukrainy*. 2007. No. 12. P. 17–19.
9. Yvashkov A. Y., Ruzhkova L. Yu. Features of the growth of highly productive cows. *Vestnyk Rossyiskoho hosudarstvennogo ahrarnoho zaochnoho*

- заочного ун-та. Москва, 2006. № 1 (6). С. 121–122.
10. Ляшенко Г. Д. Вплив окремих генетичних чинників на екстер'єр корів та його зв'язок з молочною продуктивністю. *Наук. вісник «Асканія-Нова»*. 2014. Вип. 7. С. 140–147.
11. Інструкція з бонітування великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід. Інструкція з ведення племенного обліку в молочному і молочно-м'ясному скотарстві / МАП України та ін. Київ, 2004. 76 с.
12. Каратєєва О. І. Опис та прогнозування лактаційних кривих у корів різних типів формування організму. *Таврійський наук. вісник*. Херсон, 2011. Вип. 77. С. 168–174.
13. Карлова Л. В. Особливості екстер'єру корів української червоної молочної породи різного генетичного походження. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту тваринництва*. 2013. № 110. С. 59–66.
14. Коваленко В. В. Зв'язок інтенсивності нарощування лактаційної кривої з молочною продуктивністю корів української червоної молочної породи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2013. Вип. 4 (76). Т. 2. Ч. 2. С. 81–89.
15. Кузів М. І. Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи в умовах Західного регіону України. *Зб. наук. пр. Подільського держ. аграрно-техн. ун-ту*. 2013. Вип. 21. С. 123–125.
16. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізла та ін. ; за ред. В. В. Влізла. Львів : СПОЛОМ, 2012. 764 с.
17. Особливості формування екстер'єру корів-первісток української червоно-рябої молочної породи за показниками промірів та індексів будови тіла / Л. М. Хмельничий та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2019. Вип. 58. С. 67–69.
18. Пелехатий М., Кочук-Ященко О. Оцінка молочної продуктивності корів за *unyversyteta*. Moskva, 2006. No. 1 (6). P. 121–122.
10. Piashenko H. D. Influence of certain genetic factors on the exterior of cows and its relationship with milk productivity. *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova»*. 2014. Issue 7. P. 140–147.
11. Instructions for grading dairy and dairy cattle. Instructions for keeping breeding records in dairy and dairy-meat cattle breeding / MAP Ukraine ta in. Kyiv, 2004. P. 76.
12. Karatieieva O. I. Description and prediction of lactation curves in cows of different types of body formation. *Tavriiskyyi naukovyi visnyk*. Kherson, 2011. Issue 77. P. 168–174.
13. Karlova L. V. Features of exterior of cows of Ukrainian red dairy breed of different genetic origin. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva*. 2013. No. 110. P. 59–66.
14. Kovalenko V. V. Relationship between the intensity of increasing the lactation curve with the milk productivity of Ukrainian red dairy cows. *Visnyk ahraryi nauky Prychornomor'ia*. Mykolaiv, 2013. Issue 4 (76). T. 2. Ch. 2. P. 81–89.
15. Kuziv M. I. Dairy productivity of cows of Ukrainian black-mottled dairy breed in the western region of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskogo derzhavnogo ahramo-tekhnichnoho universytetu*. 2013. Issue 21. P. 123–125.
16. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine : dovidnyk / V. V. Vlizlo ta in. ; za red. V. V. Vlizla. Lviv : SPOLOM, 2012. P. 764.
17. Features of exterior formation of cows-first-borns of Ukrainian red-mottled dairy breed by measurement and body structure indices. L. M. Khmelnychy et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Issue 58. P. 67–69.
18. Pelekhayti M., Kochuk-Iashchenko O. Evaluation of dairy performance of cows by exterior. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 2014. No. 11. P. 5–9.

екстер'єром. *Тваринництво України*. 2014. № 11. С. 5–9.

19. Плохинский Н. А. Биометрия. 1979. 395 с.

20. Полупан Ю. П., Мельник Ю. Ф., Бірюкова О. Д. Вплив генетичних чинників на продуктивність корів. *Розведення і генетика тварин*. 2019. Вип. 58. С. 32–52.

21. Понько Л. П. Динаміка продуктивності телиць основних ліній української чорно-рябої молочної породи в умовах Поділля України. *Наук. вісник Львівської акад. ветеринарної медицини ім. С. З. Гжицького*. 2011. № 4 (50). Т. 13. С. 279–282.

22. Понько Л. П. Оцінка селекційно-генетичних факторів формування продуктивних ознак у тварин української чорно-рябої молочної породи подільського заводського типу : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 / Миколаїв. нац. аграр. ун-т. Миколаїв, 2015. 20 с.

23. Почукалін А. Є., Прийма С. В., Різун О. В. Порівняльний аналіз основних господарські корисних ознак корів заводських (зональних) типів української червоної молочної породи. *Таврійський наук. вісник*. 2018. Вип. 100. Т. 2. С. 182–187.

24. Селекційна ситуація у ДП ДГ «Олександрівське» з розведення українських червоно-рябої і чорно-рябої молочних порід та шляхи її покращення / Г. С. Коваленко та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 51. С. 69–73.

25. Стадницька О. І. Вплив росту і розвитку корів у період вирощування на їх молочну продуктивність. *Розведення і генетика тварин*. Київ : Аграрна наука, 2011. Вип. 45. С. 264–270.

26. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В., Хмельничий С. Л. Особливості екстер'єрного типу молочної худоби різного походження та співвідносна мінливість лінійних ознак з надоєм корів голштинської породи. *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 56. С. 77–83.

27. Хмельничий Л. М., Лобода В. П. Характеристика ремонтних телиць

19. Plokhynskyi N. A. *Biometrya*. 1979. P. 395.

20. Polupan Yu. P., Melnyk Yu. F., Biriukova O. D. Influence of genetic factors on cow productivity. *Rozvedennia ihenetyka tvaryn*. 2019. Issue 58. P. 32–52.

21. Ponko L. P. Dynamics of productivity of heifers of the main lines of the Ukrainian black-spotted dairy breed in the conditions of Podillya of Ukraine. *Naukovyi visnyk Lvivskoi akademii veterynarnoi medytsyny imeni S. Z. Hzhyskoho*. 2011. No. 4 (50). T. 13. P. 279–282.

22. Ponko L. P. Estimation of selection-genetic factors of formation of productive traits in animals of Ukrainian black-spotted dairy breed of Podolsk factory type : avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.02.01 / Mykolaiv. nats. ahrar. un-t. Mykolaiv, 2015. P. 20.

23. Pochukalin A. Ye., Pryma S. V., Rizun O. V. Level of basic and additional breeding features in high-performance herds of Ukraine. *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova»*. 2018. Issue 11. P. 122–130.

24. Breeding situation in «Oleksandrivske» State Farm for breeding of Ukrainian red mottled and black-mottled dairy breeds and ways to their improvement / H. S. Kovalenko et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Issue 51. P. 69–73.

25. Stadnytska O. I. Influence of growth and development of cows in the period of cultivation on their dairy productivity. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. Kyiv : Ahrarna nauka, 2011. Issue 45. P. 264–270.

26. Khmelnychy L. M., Vechorka V. V., Khmelnychy S. L. Features of exterior type of dairy cattle of different origin and relative variability of linear traits with milk yield of Holstein cows. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Issue 56. P. 77–83.

27. Khmelnychy L. M., Loboda L. M. Characteristics of repair heifers of Ukrainian red-spotted dairy breed according to live weight development. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho*

української червоно-рябої молочної породи за розвитком живої маси. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Суми, 2014. Вип. 2/2 (25). С. 1–8.

28. Черняк Н. Г., Гончарук О. П. Оцінка корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за типом будови тіла у племзаводі ТОВ «Сухоліське». *Розведення і генетика тварин*. 2007. Вип. 41. С. 276–280.

29. Щербатий П. В., Боднар В. П., Кропивка Ю. Г. Динаміка росту живої маси та екстер'єрно-конституційних особливостей корів української чорно-рябої молочної породи різних типів конституції. *Наук. вісник Львівського нац. ун-ту ветерин. медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького*. 2016. Т. 18. № 2 (67). С. 281–286.

30. Шкурко Т. П. Ріст, розвиток та продуктивність корів голштинської породи різної лінійної належності. *Вісник Дніпропетр. держ. аграрного ун-ту*. 2010. № 1. С. 127–129.

*universytetu*. Sumy, 2014. Issue 2/2 (25). P. 1–8.

28. Cherniak N. H., Honcharuk O. P. Evaluation of the first-born cows of the Ukrainian black-spotted dairy breed according to the type of body structure in the breeding farm of Sukholiske LLC. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2007. Issue 41. P. 274–287.

29. Shcherbatyi P. V., Bodnar V. P., Kropyvka Yu. H. Dynamics of growth of live weight and exterior-constitutional features of cows of Ukrainian black-mottled dairy breed of different types of constitution. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2016. Issue 18. No. 2 (67). P. 281–286.

30. Shkurko T. P. Growth, development and productivity of Holstein cows of different linear affiliation. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*. 2010. No. 1. P. 127–129.

Отримано 03.12.2021

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-15

УДК 636.598:082.2

**В. П. ХВОСТИК, доктор сільськогосподарських наук**

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН

*с. Чубинське Бориспільського р-ну Київської обл.,*

*08321, e-mail: lab29@meta.ua*

## **МОДЕЛЮВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КРИВИХ ЖИВОЇ МАСИ ГУСЕЙ**

У роботі наведено результати досліджень щодо застосування математичного моделювання полігенно зумовленої ознаки «жива маса» на широкому генетичному матеріалі гусей. Ним виступали вихідні родинні форми (велика сіра та рейнська породи) гусей, нащадки першого – третього покоління та створеної диморфної популяції. Живу масу визначали в добовому віці та впродовж 9 тижнів вирощування в гусей різних генотипів. Математичне моделювання живої маси птиці здійснювали з використанням моделей Б. Гомпертца, Т. Бріджеса та Ф. Річардса. Проведено порівняння фактично одержаних значень живої маси птиці з теоретично розрахованими за цими моделями з врахуванням відхилень у відсотках. З отриманих даних можна дійти висновку, що використані в наших дослідженнях математичні моделі дають змогу досить адекватно провести опис динаміки живої маси гусей різних генотипів протягом раннього періоду онтогенетичного розвитку. Середній відсоток відхилень фактичних значень живої маси з теоретично розрахованих за цими моделями був невисоким і становив 1,93–4,42%. Модель Б. Гомпертца дала змогу більш точно описати живу масу на пізніших стадіях розвитку (5–9-й тижні), ніж до цього періоду. Найбільш близьку відповідність емпіричних та розрахункових значень живої маси визначено в гусей другого покоління. Модель Т. Бріджеса також із високою точністю описала динаміку живої маси гусей – середній відсоток відхилень становив 3,65–4,42%. Починаючи з 6-го тижня відхилення фактичних даних від теоретичних значно менші (0,01–2,82%), ніж до цього періоду. Модель Ф. Річардса, як і попередні дві моделі, з досить високою точністю описувала живу масу гусей різних генотипів упродовж 9 тижнів вирощування. Середній відсоток відхилень фактичних даних живої маси від теоретичних становив 2,78–3,58%. Найбільший збіг фактичних показників живої маси з розрахованими виявлено в гусей першої генерації. Найбільш точний опис живої маси у великих сірих та рейнських гусей ця модель показала на 9-му тижні, у нащадків  $F_1$ ,  $F_3$  та диморфних гусей – на 7-му тижні вирощування. Середній відсоток відхилень фактичних і розрахункових значень живої маси гусей різних генотипів не перевищував 5%, тому можна рекомендувати використання всіх застосованих у дослідженні математичних моделей для проведення опису динаміки живої маси цього виду водоплавної птиці.

**Ключові слова:** гуси, жива маса, опис, модель Б. Гомпертца, модель Т. Бріджеса, модель Ф. Річардса.

**Victor Khvostyk**

Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V.Zubets of NAAS

**Simulation of the compositions of living mass of the geese**

The study presents the results of research on the application of mathematical modeling of polygenically determined trait "live weight" on a wide genetic material of the geese. They were the original family forms (Large Gray breed, Rhine breed) of the geese, descendants of the first and third generations and the created dimorphic population. Live weight was determined at the age of 24 hours and during 9 weeks of rearing in the geese of different genotypes. Mathematical modeling of the live weight of the birds was performed using models of B. Gompertz, T. Bridges and F. Richards. A comparison of the actually obtained values of the live weight of poultry with theoretically calculated according to these models, minus the deviations in percent. From the obtained data it can be concluded that the mathematical models used in our research allow to adequately describe the dynamics of the live weight of the geese of different genotypes during the early period of ontogenetic development. The average percentage of deviations of the actual values of the live weight with theoretically calculated according to these models was low and amounted to 1.93–4.42%. B. Gompertz's model makes it possible to more accurately describe live weight at later stages of development (5–9 weeks) than before this period. The closest correspondence of empirical and calculated values of the live weight was determined in the second generation geese. T. Bridges' model also describes with high accuracy the dynamics of the live weight of the geese – the average percentage of deviations was 3.65–4.42%. Starting from the 6th week, the deviations of the actual data from the theoretical ones are much smaller (0.01–2.82%) than before this period. F. Richards' model, like the previous two models, described with a high accuracy the live weight of the geese of different genotypes during 9 weeks of rearing. The average percentage deviation of the actual live weight data from the theoretical was 2.78–3.58%. The greatest coincidence of the actual indicators of the live weight with the calculated ones was found in the first generation of the geese. This model showed the most accurate description of the live weight in Large Gray and Rhine geese at the 9th week, in the offspring of F1, F3 and dimorphic geese – at the 7th week of rearing. The average percentage deviation of the actual and calculated values of live weight of geese of different genotypes did not exceed 5%, so we can recommend the use of all mathematical models used in the study to describe the dynamics of live weight of this species of waterfowl.

**Key words:** geese, live weight, description, model of B. Gompertz, model of T. Bridges, model of F. Richards.

**Вступ.** Статистичні математичні моделі, що використовуються для опису кривих росту та продуктивності птиці, потрібні для багатьох управлінських рішень, які необхідно прийняти для збільшення

виробництва продукції галузі [16]. Математичне моделювання та математична модель є системою математичних співвідношень – формул, функцій, рівнянь, систем рівнянь [15, 18, 27]. Правильно побудована модель і висновки, отримані на її підставі, дають змогу знизити енергетичні та економічні витрати на виробництво продукції [25].

У дослідженнях із птахівництва застосовували математичні моделі для вирішення різних питань, серед них прогнозування виробництва яєць, їх маси, швидкості росту та споживання корму [14, 23]. Дієвість математичних моделей було доведено при вивченні яєчної продуктивності птиці [19–22, 24]. У цих дослідженнях застосовували нелінійні й сегментовані поліноміальні моделі для опису несучості з плином часу. Вказані моделі надали можливість провести відбір більш продуктивної птиці та збільшити пік яйцекладки [28, 29, 30].

Поліпшення господарсько корисних ознак сільськогосподарської птиці значною мірою зумовлено розробленням теоретичних і практичних питань, спрямованих на вивчення закономірностей росту. Це дасть змогу проводити оцінювання особин у ранньому віці, скоротивши таким чином період зміни генерацій, й отримувати значний ефект селекції за рахунок більш високої селекційної цінності відібраних генотипів [5].

Серед методів оцінки продуктивності птиці значне місце посідають методи математичного моделювання, які надають можливість із високою точністю описувати та прогнозувати зміни, які відбуваються в організмі [11].

Поряд із вивченням фактичних значень живої маси, середньодобових та відносних приростів, алометричних показників росту й розвитку птиці останніми роками дослідники все частіше використовують математичні моделі різного типу, які дають змогу з високою точністю описувати та прогнозувати вікові зміни живої маси [1, 2, 6, 9, 10].

Рівняння росту, згладжуючи окремі відхилення, допомагають визначити загальну тенденцію вікових змін, характерних для певного об'єкта [5]. З'ясування такої тенденції або траєкторії росту надає гарну можливість із досить високою точністю прогнозувати вікові зміни живої маси [4].

Метою досліджень було проведення математичного моделювання полігенно зумовленої ознаки «жива маса» на широкому генетичному матеріалі, особливо новоствореному, яким у наших

дослідженнях слугували вихідні родинні форми гусей та нащадки першого – четвертого поколінь створеної диморфної популяції.

**Матеріали і методи.** Живу масу визначали в добовому віці та впродовж 9 тижнів вирощування в гусей вихідних батьківських форм (рейнська і велика сіра породи) та нащадків першого – четвертого поколінь (по 100 голів кожної групи) в процесі створення диморфної популяції [12].

Для опису живої маси птиці було використано рівняння Б. Гомпертца [17], функції Т. Бріджеса (модифікація I) [13] та Ф. Річардса [28].

**Результати та обговорення.** При вивченні онтогенетичних закономірностей росту сільськогосподарської птиці насамперед визначають її живу масу, середньодобові та відносні прирости, проміри статей тіла, індекси тілобудови [7–8]. Одним із методів аналізу росту, який останнім часом часто використовують дослідники, є опис та прогнозування цього складного процесу з використанням різноманітних математичних формул. Рівняння росту, згладжуючи окремі відхилення, дають змогу визначити загальну тенденцію вікових змін певного об'єкта. Визначення такої тенденції чи траєкторії росту надає можливість із досить високою точністю прогнозувати вікові зміни живої маси [3].

Актуальним постає питання застосування математичних моделей для опису й прогнозування живої маси на більш широкому генетичному матеріалі сільськогосподарської птиці, яким у наших дослідженнях слугували вихідні родинні форми та новостворені генотипи гусей.

Для опису живої маси гусей різних генотипових груп було використано моделі Б. Гомпертца, Т. Бріджеса, Ф. Річардса. Проведено порівняння фактично одержаних значень живої маси птиці з теоретично розрахованими за цими моделями з вираховуванням відхилень у відсотках (табл. 1–6).

З отриманих даних можна зробити висновок, що використані в наших дослідженнях математичні моделі дають змогу досить адекватно провести опис динаміки живої маси гусей різних генотипів протягом раннього періоду онтогенетичного розвитку. Середній відсоток відхилень фактичних значень живої маси від теоретично розрахованих за цими моделями був невисоким – 1,93–4,42%.

За використання моделі Б. Гомпертца в птиці всіх досліджених груп найбільшу розбіжність фактичних даних живої маси з розрахованими визначено на 1-му тижні життя (–6,37...–14,12%).

1. Описове моделювання живої маси (г) гусей великої сірої породи

Вік гусей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Добові	89,88	89,88	0,00	89,88	0,00	89,88	0,00
1 тиждень	249,67	280,73	-12,44	225,87	9,53	241,54	3,26
2 тижні	635,59	636,10	-0,08	542,65	14,62	551,77	13,19
3 тижні	1132,40	1144,60	-1,08	1064,33	6,01	1057,50	6,61
4 тижні	1660,27	1745,37	-5,13	1726,20	-3,97	1712,61	-3,15
5 тижнів	2305,29	2363,11	-2,51	2408,69	-4,49	2401,65	-4,18
6 тижнів	3077,03	2937,62	4,53	3010,03	2,18	3012,79	2,09
7 тижнів	3447,47	3434,58	0,37	3482,11	-1,00	3489,75	-1,23
8 тижнів	3889,17	3842,58	1,20	3823,16	1,70	3830,09	1,52
9 тижнів	4082,05	4165,19	-2,04	4055,36	0,65	4058,84	0,57
$\bar{X}$	×	×	2,94	×	4,42	×	3,58

2. Описове моделювання живої маси (г) гусей рейнської породи

Вік гусей	Модель Б. Гомперта		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса		
	Фактичні дані	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Добові	86,73	86,73	0,00	86,73	0,00	86,73	0,00
1 тиждень	247,47	277,12	-11,98	229,89	7,10	242,26	2,11
2 тижні	639,13	631,38	1,21	552,85	13,50	558,43	12,63
3 тижні	1115,19	1131,90	-1,50	1066,97	4,32	1059,97	4,95
4 тижні	1664,74	1712,06	-2,84	1698,64	-2,04	1687,95	-1,39
5 тижнів	2185,79	2295,69	-5,03	2333,80	-6,77	2329,27	-6,56
6 тижнів	2967,97	2826,32	4,77	2884,14	2,82	2887,10	2,72
7 тижнів	3331,15	3275,20	1,68	3312,35	0,56	3318,55	0,38
8 тижнів	3658,93	3635,95	0,63	3620,98	1,04	3626,22	0,89
9 тижнів	3831,32	3915,50	-2,20	3831,72	-0,01	3834,11	-0,07
$\bar{X}$	×	×	3,18	×	3,82	×	3,17

## 3. Описове моделювання живої маси (Г) гусей Г

Вік гусей	Фактичні дані	Модель Б. Гомперца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Добові	84,89	84,89	0,00	84,89	0,00	84,89	0,00
1 тиждень	231,31	263,97	-14,12	210,16	9,14	226,72	1,98
2 тижні	582,95	601,19	-3,13	508,32	12,80	519,81	10,83
3 тижні	1075,90	1092,35	-1,53	1011,61	5,98	1006,87	6,42
4 тижні	1658,68	1684,74	-1,57	1666,35	-0,46	1652,89	0,35
5 тижнів	2273,25	2307,04	-1,49	2356,72	-3,67	2348,43	-3,31
6 тижнів	2922,75	2898,06	0,84	2976,22	-1,83	2977,71	-1,88
7 тижнів	3486,50	3419,59	1,92	3469,49	0,49	3476,41	0,29
8 тижнів	3886,05	3855,80	0,78	3829,63	1,45	3836,15	1,28
9 тижнів	4141,07	4206,74	-1,59	4076,70	1,55	4079,77	1,48
$\bar{X}$	×	×	2,70	×	3,74	×	2,78

4. Описове моделювання живої маси (г) гусей F<sub>2</sub>

Вік гусей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Добові	75,01	75,01	0,00	75,01	0,00	75,01	0,00
1 тиждень	226,38	240,80	-6,37	206,37	8,84	215,89	4,63
2 тижні	567,49	554,20	2,34	498,32	12,19	503,01	11,36
3 тижні	1018,16	1005,48	1,25	961,85	5,53	957,23	5,98
4 тижні	1490,72	1539,08	-3,24	1535,31	-2,99	1527,47	-2,47
5 тижнів	2050,38	2086,37	-1,76	2121,18	-3,45	2117,31	-3,26
6 тижнів	2653,92	2593,10	2,29	2640,49	0,51	2642,04	0,45
7 тижнів	3039,37	3029,02	0,34	3055,80	-0,54	3060,03	-0,68
8 тижнів	3408,08	3384,77	0,68	3364,41	1,28	3368,19	1,17
9 тижнів	3626,13	3664,33	-1,05	3582,08	1,21	3583,78	1,17
$\bar{X}$	×	×	1,93	×	3,65	×	3,12

5. Описове моделювання живої маси (г) гусей F<sub>3</sub>

Вік гусей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертша		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Добові	88,58	88,58	0,00	88,58	0,00	88,58	0,00
1 тиждень	250,94	268,45	-6,98	239,77	4,45	247,38	1,42
2 тижні	625,62	592,64	5,27	550,77	11,96	553,07	11,60
3 тижні	1104,83	1043,41	5,56	1016,04	8,04	1010,72	8,52
4 тижні	1503,31	1562,85	-3,96	1568,15	-4,31	1561,03	-3,84
5 тижнів	2011,40	2085,68	-3,69	2118,38	-5,32	2115,05	-5,15
6 тижнів	2615,08	2563,09	1,99	2600,76	0,55	2602,12	0,50
7 тижнів	3001,24	2969,64	1,05	2986,35	0,50	2990,18	0,37
8 тижнів	3327,05	3298,93	0,85	3274,95	1,57	3278,72	1,45
9 тижнів	3514,58	3556,25	-1,19	3481,10	0,95	3483,38	0,89
$\bar{X}$	×	×	3,05	×	3,77	×	3,37

Таб. 6. Описове моделювання живої маси (г) гусей диморфної популяції

Вік гусей	Фактичні дані	Модель Б. Гомперта	Модель Т. Бріджеса	Модель Ф. Річардса
	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Теоретичні дані
		Відхилення, %	Відхилення, %	Відхилення, %
Добові	87,92	0,00	87,92	87,92
1 тиждень	241,22	-10,02	224,07	235,78
2 тижні	609,70	3,46	522,92	528,43
3 тижні	1078,70	3,09	994,41	987,94
4 тижні	1513,12	-4,52	1577,04	1566,16
5 тижнів	2075,92	-2,69	2172,07	2166,29
6 тижнів	2705,53	2,29	2698,65	2700,32
7 тижнів	3127,84	1,29	3118,28	3124,06
8 тижнів	3479,09	0,75	3428,36	3434,14
9 тижнів	3690,00	-1,44	3645,45	3648,94
$\bar{X}$	×	2,96	×	×
				3,46

Водночас найбільш близький збіг фактичних і теоретичних значень живої маси в гусей більшості досліджених груп визначено на 8-му тижні життя, у птиці  $F_2$  – на 7-му. У великих сірих гусей мінімальна відмінність ( $-0,08\%$ ) фактичної живої маси від розрахованої за моделлю виявлена на 2-му тижні.

Модель Б. Гомпертца дала змогу більш точно описувати живу масу на більш пізніх стадіях розвитку (5–9-й тижні), ніж до цього періоду. Взагалі, за цією моделлю середній відсоток відхилень фактичних значень живої маси від теоретично розрахованих у гусей досліджених груп перебував на рівні 1,93–3,18%. Найбільш близьку відповідність емпіричних та розрахункових значень живої маси визначено в гусей другого покоління.

Модель Т. Бріджеса також із високою точністю описала динаміку живої маси гусей – середній відсоток відхилень становив 3,65–4,42%. Більш значне відхилення теоретично очікуваних та емпіричних значень живої маси визначено на 2-му тижні життя гусенят (11,96–14,62%). Починаючи з 6-го тижня відхилення фактичних даних від теоретичних значно менші (0,01–2,82%), ніж до цього періоду.

Модель Ф. Річардса, як і попередні дві моделі, з досить високою точністю описувала живу масу гусей різних генотипів упродовж 9 тижнів вирощування. Середній відсоток відхилень фактичних даних живої маси від теоретичних становив 2,78–3,58%. Найбільший збіг фактичних показників живої маси з розрахованими виявлено в гусей першої генерації.

Як і за моделлю Т. Бріджеса, найбільший відсоток відхилень фактичної живої маси від теоретичної визначено на 2-му тижні життя. Найбільш точний опис живої маси у великих сірих та рейнських гусей ця модель виявила на 9-му тижні, у нащадків  $F_1$ ,  $F_3$  та диморфних гусей – на 7-му тижні вирощування.

Аналіз параметрів функції Б. Гомпертца (табл. 7) засвідчив, що найбільший початковий темп зростання теоретичної кривої характерний для гусей рейнської породи і нащадків  $F_2$ . Швидкість дозрівання практично однакова між групами, хоча великі сірі гуси, птиця першого покоління та диморфні гуси трохи поступалися за цим показником птиці інших груп.

При моделюванні за Т. Бріджесом експоненційна швидкість зростання кривої більша в гусей рейнської породи, нащадків  $F_2$ – $F_3$ , у свою чергу, значення кінетичної швидкості мають протилежну тенденцію розподілу. Коефіцієнти рівняння Ф. Річардса найменші в

птиці  $F_3$  і  $F_2$ , дещо більші в гусей рейнської породи і диморфної популяції та найбільші в особин великої сірої породи й потомків першого покоління. Під час оцінювання апроксимації фактичних кривих теоретичними виявлено, що потомки першого й другого поколінь мають найвищі значення коефіцієнтів детермінації в межах усіх використаних моделей.

### 7. Коефіцієнти ростових моделей гусей досліджуваних генотипів

Порода, покоління, популяція	Модель Б. Гомпертца			Модель Т. Бріджеса			Модель Ф. Річардса		
	$A_0$	$A$	$R^2$	$\mu$	$\alpha$	$R^2$	$\mu$	$\alpha$	$R^2$
Велика сіра	1,34	0,33	99,80	0,27	1,20	99,81	0,35	0,50	99,83
Рейнська біла	1,37	0,34	99,87	0,29	1,17	99,77	0,30	0,49	99,79
$F_1$	1,33	0,32	99,97	0,26	1,21	99,87	0,36	0,50	99,89
$F_2$	1,37	0,34	99,97	0,29	1,14	99,88	0,24	0,46	99,89
$F_3$	1,31	0,34	99,93	0,31	1,11	99,77	0,21	0,44	99,78
Диморфна	1,30	0,33	99,86	0,28	1,16	99,80	0,30	0,47	99,82

**Висновки.** Використання математичних моделей Б. Гомпертца, Т. Бріджеса, Ф. Річардса дало змогу з достатньо високою точністю провести опис живої маси гусей різних генотипів протягом перших 9 тижнів життя, хоча є принципові відмінності результатів описового моделювання. Зокрема, функція Б. Гомпертца переоцінює живу масу гусей великої сірої, рейнської порід та гібридів першого покоління до 5-го тижня, причому найбільше відхилення відмічене в 1-й тиждень життя. Загалом найменші відхилення характерні для гібридів першої та другої генерацій, що підтверджується найвищим коефіцієнтом детермінації – 99,97%. Рівняння Т. Бріджеса і Ф. Річардса мають схожі тенденції коливань теоретичних значень живої маси відносно фактичних даних, хоча відхилення з використанням функції Ф. Річардса є меншими, а коефіцієнт апроксимації – більшим. Також вказані моделі суттєво недооцінюють живу масу в перші 3 тижні (особливо за 2-й) та переоцінюють її з 4 по 5-й. Теоретична крива живої маси найтісніше наближається до фактичної в гібридів першого і другого поколінь.

Оскільки середній відсоток відхилень фактичних і розрахункових значень живої маси гусей різних генотипів не перевищував 5%, можна рекомендувати всі використані в дослідженні математичні моделі для проведення опису динаміки живої маси цього виду водоплавної птиці.

**Список використаної літератури**

1. Ведмеденко О. В., Карпенко О. В. Моделювання і прогнозування живої маси курей коричневих кросів яєчного напрямку продуктивності. *Таврійський наук. вісник*. 2012. Вип. 78. Ч. 2. Т. 1. С. 24–27.
2. Григоренко В. В., Щербина О. В. Математичний підхід в оцінці продуктивних якостей птиці. *Актуальні питання сучасної науки* : матеріали конф. (м. Івано-Франківськ, 7–8 липня 2017 р.). Івано-Франківськ, 2017. С. 98–100.
3. Коваленко В. П., Болелая С. Ю. Селекційна модель прогнозування м'ясної продуктивності птиці. *Цитология и генетика*. 1998. Т. 32. № 4. С. 55–59.
4. Коваленко В. П., Нежлукченко Т. І., Плоткін С. Я. Сучасні методи оцінки і прогнозування закономірностей онтогенезу тварин і птиці. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 2. С. 40–45.
5. Коваленко І. І. Використання математичних моделей для оцінки параметрів росту птиці різних класів розподілу. *Таврійський наук. вісник*. 2003. Вип. 22. С. 96–99.
6. Кучер Е. А., Пасечник М. В. Математическое моделирование динамики роста и продуктивности кур кроссов «Хайсекс браун» и «Ломанн браун». *Технологический аудит и резервы производства*. 2016. № 4/2 (30). С. 38–44.
7. Пустова Н. В. Ріст і розвиток птиці яєчних кросів різної селекції. *Зб. наук. пр. ПДАТУ. Сер.: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2010. Вип. 18. С. 168–171.
8. Сметанська І. Вплив ехінацеї білої на ріст та розвиток перепелів. *Тваринництво України*. 2011. № 9. С. 28–30.
9. Степаненко Н. В. Дослідження показників ефективності виробництва яєць за допомогою математичних методів та моделей. *Таврійський наук. вісник. Сер.: Економіка*. 2020. Вип. 2. С. 303–312.
10. Степаненко Н. В. Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. *Бізнес-навігатор*. 2018. Вип. 4 (47). С. 189–194.

**References**

1. Vedmedenko O. V., Karpenko O. V. Modeling and forecasting of live weight of hens of brown crosses of the egg direction of productivity. *Taurian Scientific Bulletin*. 2012. Issue 78. Part 2. Vol. 1. P. 24–27.
2. Grigorenko V. V., Shcherbina O. V. Mathematical approach in the assessment of productive qualities of poultry. *Current issues of modern science* : conference proceedings (Ivano-Frankivsk, July 7–8, 2017). Ivano-Frankivsk, 2017. P. 98–100.
3. Kovalenko V. P., Bolelaya S. Yu. Selection model for forecasting poultry meat productivity. *Cytology and genetics*. 1998. Vol. 32. No. 4. P. 55–59.
4. Kovalenko V. P., Nezhlukchenko T. I., Plotkin S. Y. Modern methods of estimation and forecasting of laws of ontogenesis of the animals and birds. *Bulletin of Agricultural Science*. 2008. No. 2. P. 40–45.
5. Kovalenko I. I. The use of mathematical models to estimate the growth parameters of poultry of different classes of distribution. *Taurian Scientific Bulletin*. 2003. Issue 22. P. 96–99.
6. Kucher E. A., Pasechnik M. V. Mathematical modeling of growth dynamics and productivity of the hens of the crosses "Haysex Brown" and "Lohmann Brown". *Technological audit and production reserves*. 2016. No. 4/2 (30). P. 38–44.
7. Pustova N. V. Growth and development of the poultry egg crosses of different selection. *Collection of scientific works of PDATU. Series "Technology of production and processing of livestock products"*. 2010. Issue 18. P. 168–171.
8. Smetanska I. Influence of the Echinacea pale on the growth and development of the quails. *Livestock of Ukraine*. 2011. No. 9. P. 28–30.
9. Stepanenko N. V. Mathematical methods, models and information technologies in economics. *Business navigator*. 2018. Issue 4 (47). P. 189–194.
10. Stepanenko N. V. Research of indicators of efficiency of production of

11. Ткаченко Р. П., Рибаченко А. В. Математична модель виробництва яєць на промисловій основі. *Наук. записки КНТУ*. 2011. Вип. 11. Ч. III. С. 133–138.
12. Хвостик В. П., Бондаренко Ю. В. Методические подходы к выведению аутосексных гусей. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. Горки, 2018. Вып. 21. Ч. 1. С. 110–116.
13. Bridges T. C., Turner L. W., Smith E. M. A mathematical procedure for estimating animal growth and body composition. *Trans. ASAE*. 1986. Vol. 29. No. 5. P. 1342–1347.
14. Faridi A., Mottaghtalab M., Rezaee F. Narushin-Takma models as flexible alternatives for describing economic traits in broiler breeder flocks. *Poultry Sci*. 2011. Vol. 90. P. 507–515.
15. Ferreira N. T., Nilva K., Sakomura N. K. Modelling the egg components and laying patterns of broiler breeder hens. *Animal Production Science*. 2015. Vol. 78. № 10. P. 342–360.
16. Ganesan R., Dhanavanthan P., Sreenivasaiah P. V. Comparative study of non-linear models for describing poultry egg production in Pudukchery. *Current Biotica*. 2011. Vol. 5. № 3. P. 289–298.
17. Gompertz B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and a new mode of determining the value of live contingencies. *Phil. Trans. Roy. Soc.* 1825. Vol. 182. P. 513–585.
18. Gous R. M. Simulation modeling for predicting responses in broiler breeder and laying hens. 2012. *XXIV World's Poultry Congress, Brazil, 2012*. P. 1–8.
19. Javid I., Sohail H. K., Nasir M. Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. *J. Appl. Anim. Res.* 2016. Vol. 44. P. 354–364.
20. Leksrisompong N., Romero-Sanchez H., Oviedo-Rondón E. O. Effects of feeder space allocations during rearing, female strain, and feed increase rate from photo stimulation to peak egg production on broiler breeder female performance. *Poultry Sci*. 2014. Vol. 93. P. 1045–1052.
- eggs by means of mathematical methods and models. *Taurian Scientific Bulletin*. Series: Economics. 2020. Issue 2. P. 303–312.
11. Tkachenko R. P., Rybachenko A. V. Mathematical model of egg production on an industrial basis. *Scientific notes of KNTU*. 2011. Issue 11. Part III. P. 133–138.
12. Khvostik V. P., Bondarenko Yu. V. Methodical approaches to breeding of autosexual geese. *Actual problems of intensive development of animal husbandry*. 2018. Issue 21. Part 1. P. 110–116.
13. Bridges T. C., Turner L. W., Smith E. M. A mathematical procedure for estimating animal growth and body composition. *Trans. ASAE*. 1986. Vol. 29. No. 5. P. 1342–1347.
14. Faridi A., Mottaghtalab M., Rezaee F. Narushin-Takma models as flexible alternatives for describing economic traits in broiler breeder flocks. *Poultry Sci*. 2011. Vol. 90. P. 507–515.
15. Ferreira N. T., Nilva K., Sakomura N. K. Modelling the egg components and laying patterns of broiler breeder hens. *Animal Production Science*. 2015. Vol. 78. № 10. P. 342–360.
16. Ganesan R., Dhanavanthan P., Sreenivasaiah P. V. Comparative study of non-linear models for describing poultry egg production in Pudukchery. *Current Biotica*. 2011. Vol. 5. № 3. P. 289–298.
17. Gompertz B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and a new mode of determining the value of live contingencies. *Phil. Trans. Roy. Soc.* 1825. Vol. 182. P. 513–585.
18. Gous R. M. Simulation modeling for predicting responses in broiler breeder and laying hens. 2012. *XXIV World's Poultry Congress, Brazil, 2012*. P. 1–8.
19. Javid I., Sohail H. K., Nasir M. Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. *J. Appl. Anim. Res.* 2016. Vol. 44. P. 354–364.
20. Leksrisompong N., Romero-Sanchez H., Oviedo-Rondón E. O. Effects of feeder space allocations during rearing,

21. Narinc D., Karaman E., Aksoy T. Investigation of nonlinear models to describe long-term egg production in Japanese quail. *Poultry Sci.* 2013. Vol. 92. P. 1676–1682.
22. Narinc D., Karaman E., Firat Z. M. Comparison of non-linear growth models to describe the growth in Japanese quail. *J. Anim. Vet. Adv.* 2011. Vol. 14. P. 1961–1966.
23. Narinc D., Uckardes F., Aslan E. Egg production curve analysis in poultry science. *World Poultry Sci. J.* 2014. Vol. 70. P. 817–828.
24. Nonis M. K., Gous R. M. Modelling changes in the components of eggs from broiler breeders over time. *Br. Poultry Sci.* 2013. Vol. 54. P. 603–610.
25. Otwinowska-Mindur A., Gumułka M., Kania-Gierdziewicz J. Mathematical models for egg production in broiler breeder hens. *Ann. Anim. Sci.* 2016. Vol. 16. № 4. P. 1185–1198.
26. Richards F. J. A flexible growth function for empirical use. *Journal of experimental Botany.* 1959. Vol. 10. P. 290–300.
27. Savegnago R. P., Cruz V. A. R., Ramos S. B. Egg production curve fitting using nonlinear models for selected and nonselected lines of White Leghorn hens. *Poultry Science.* 2012. Vol. 91. No. 11. P. 2977–2987.
28. Tumova E., Gous R. M., Tyler N. Effect of hen age, environmental temperature, and oviposition time on egg shell quality and egg shell and serum mineral contents in laying and broiler breeder hens. *Czech J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 59. P. 435–443.
29. Wencsek E., Kałużna I., Koźlecka M. Performance assessment of the utilitarian and breeding values of meat-type hens. The results of the assessment of the utilitarian value of poultry in 2014 (in Polish). *The National Poultry Council – Chamber of Commerce, Warsaw 2015.* P. 1243–1387.
30. Wolc A., Graczyk M., Settar P. Modified Wilmlink curve for egg production analysis in layers. *XXVII International Poultry Science Symposium PB WPSA “Science to practice – practice to science”, Bydgoszcz, Poland, 2015.* P. 56.
- female strain, and feed increase rate from photo stimulation to peak egg production on broiler breeder female performance. *Poultry Sci.* 2014. Vol. 93. P. 1045–1052.
21. Narinc D., Karaman E., Aksoy T. Investigation of nonlinear models to describe long-term egg production in Japanese quail. *Poultry Sci.* 2013. Vol. 92. P. 1676–1682.
22. Narinc D., Karaman E., Firat Z. M. Comparison of non-linear growth models to describe the growth in Japanese quail. *J. Anim. Vet. Adv.* 2011. Vol. 14. P. 1961–1966.
23. Narinc D., Uckardes F., Aslan E. Egg production curve analysis in poultry science. *World Poultry Sci. J.* 2014. Vol. 70. P. 817–828.
24. Nonis M. K., Gous R. M. Modelling changes in the components of eggs from broiler breeders over time. *Br. Poultry Sci.* 2013. Vol. 54. P. 603–610.
25. Otwinowska-Mindur A., Gumułka M., Kania-Gierdziewicz J. Mathematical models for egg production in broiler breeder hens. *Ann. Anim. Sci.* 2016. Vol. 16. № 4. P. 1185–1198.
26. Richards F. J. A flexible growth function for empirical use. *Journal of experimental Botany.* 1959. Vol. 10. P. 290–300.
27. Savegnago R. P., Cruz V. A. R., Ramos S. B. Egg production curve fitting using nonlinear models for selected and nonselected lines of White Leghorn hens. *Poultry Science.* 2012. Vol. 91. No. 11. P. 2977–2987.
28. Tumova E., Gous R. M., Tyler N. Effect of hen age, environmental temperature, and oviposition time on egg shell quality and egg shell and serum mineral contents in laying and broiler breeder hens. *Czech J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 59. P. 435–443.
29. Wencsek E., Kałużna I., Koźlecka M. Performance assessment of the utilitarian and breeding values of meat-type hens. The results of the assessment of the utilitarian value of poultry in 2014 (in Polish). *The National Poultry Council –*

*Chamber of Commerce, Warsaw 2015.*  
P. 1243–1387.

30. Wolc A., Graczyk M., Settar P.  
Modified Wilmink curve for egg  
production analysis in layers. *XXVII  
International Poultry Science Symposium  
PB WPSA "Science to practice – practice  
to science", Bydgoszcz, Poland, 2015.*  
P. 56.

Отримано 01.02.2021



Наукове видання

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ  
ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО**

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1967 р.

Випуск 69

Частина 1

Реєстраційне свідоцтво  
№ 24025-13865 Р  
від 05.07.2019.

Формат 30x42/4. Умовн. друк. арк. 13,57. Тираж 100 прим.

Друкарня Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН,  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну  
Львівської обл., 81115