

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 73

Частина 1



*Видавництво  
Інституту сільського господарства  
Карпатського регіону НААН*

Оброшине 2023

УДК 631.636

**Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2023. Вип. 73 (1)**

**ISSN 0130-8521**

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту сільського господарства  
Карпатського регіону НААН, протокол № 2 від 16 березня 2023 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

**Седіло 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

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

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

**Лихочвор В. В.**, Львівський національний університет природокористування, 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. Щецин, Республіка Польща

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

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

**Федак Н. М.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

**Чернявська-Пятковська Є.**, Західнопоморський технологічний університет в м. Щецин, Республіка Польща

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

**Адреса редколегії:**

*Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,*

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине*

*Львівського р-ну Львівської обл., 81115*

*Тел./факс+38 (032) 227 97 99, 227 97 33, e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua*

© Інститут сільського господарства  
Карпатського регіону НААН, 2023

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

Volume 73

Issue 1

Obroshyne 2023

UDC 631.636

**Foothill and mountain agriculture and stockbreeding. 2023. V. 73 (1)**

**ISSN 0130-8521**

*Recommended for publication by the Academic Council of Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Protocol № 2 of March 16, 2023.*

**Editorial board:**

**Vlizlo 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

**Boiko P. I.**, National Scientific 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 Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

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

**Ilchuk R. 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 University of Nature Management, Ukraine

**Lykhhochvor V. V.**, Lviv National University of Nature Management, 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

**Fedak N. M.**, 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 University of Nature Management, Ukraine

**Editorial board address:**

*Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS,*

*st. Grushevskogo, 5, Obroshyne village,*

*Lviv district, Lviv region, 81115*

*Tel./fax +38 (032) 227 97 99, 227 97 33, e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua*

© Institute of Agriculture  
of Carpathian Region of NAAS, 2023

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

<i>Пристацька О. Н., Біловус Г. Я., Ваццишин О. А., Волощук І. С.</i> Особливості ураження хворобами ріпаку озимого в умовах Лісостепу Західного... 8	<i>Prystatska O. N., Bilovus H. Ya., Vashchyshyn O. A., Voloshchuk I. S.</i> Features of diseases of winter rape in the conditions .....of the Western Forest-Steppe
<i>Бугрин О. М., Бугрин Л. М., Партика Т. В., Пукало Д. Л.</i> Оцінка органічного виробництва кормової сировини залежно від складу лучного агрофітоценозу..... 22	<i>Buhryn O. M., Buhryn L. M., Partyka T. V., Pukalo D. L.</i> Assessment of organic production of raw forage materials depending on the composition .....of meadow agrophytocenosis
<i>Войтовик М. В.,</i> Накопичення післяжнивних решток у ґрунті в короткоротаційних сівозмінах.. 42	<i>Voytovyk M. V.</i> Accumulation of soil residues in short .....rotation crop rotations
<i>Гавришко О. С., Оліфір Ю. М., Габриєль А. Й., Партика Т. В.</i> Порівняльний аналіз змін властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту у різних ротаціях сівозміни за довготривалого антропогенного впливу..... 57	<i>Havryshko O. S., Olifir Yu. M., Habryiel A. Y., Partyka T. V.</i> Comparative analysis of changes in properties of light-gray forestal surface-gleyed soil in different crop rotations under long-term .....anthropogenic influence
<i>Зеля А. Г., Гаврилюк А. Т., Льчук Р. В., Вавринович О. В., Зеля Г. В., Льчук Ю. Р., Буркут В. І.</i> Екзоосмос мембран як індикатор визначення посухостійкості гібридів картоплі..... 73	<i>Zelia A. H., Havryliuk A. T., Ilchuk R. V., Vavrynovych O. V., Zelia H. V., Ilchuk Yu. R., Burkut V. I.</i> Membrane exoosmosis as an indicator for determining drought resistance .....of potato hybrids

<i>Тирусь М. Л., Лихочвор В. В.</i>	<i>Tyrus M. L., Lykhochvor V. V.</i>
Урожайність амаранту залежно від сорту та норми висіву в умовах достатнього зволоження.....	The yield of amaranth depending on the variety and sowing rate in conditions of sufficient moisture
88	

## ТВАРИННИЦТВО

## STOCKBREEDING

<i>Антоненко С. Ф., Піскун В. І., Золотарьов А. П., Осипенко Т. Л., Адміна Н. Г., Кузьменко Л. М.</i>	<i>Antonenko S. F., Piskun V. I., Zolotarov A. P., Osypenko T. L., Admina N. H., Kuzmenko L. M.</i>
Технологічні прийоми підготовки нетелей до наступної лактації за використання масажу вимені..	Technological techniques for preparing heifers for the next lactation using udder massage
106	

<i>Воробель М. І.</i>	<i>Vorobel M. I.</i>
Емісія шкідливих газів із курячого посліду за використання різних доз біопрепарату Скарабей.....	Emission of harmful gases from chicken manure when using different doses of biopreparation Scarabei
120	

<i>Клим О. Я., Воробель М. І., Ковальський Ю. В., Рівіс Й. Ф., Каплінський В. В., Андрощулік Р. Л.</i>	<i>Klym O. YA., Vorobel M. I., Kovalskiy YU. V., Ravis Y. F., Kaplinskiy V. V., Androshulik R. L.</i>
Поживна цінність та сучасні підходи щодо використання бджолиного обніжжя.....	Nutritional value and modern approaches to the usage of the bee pollen
134	

<i>Петрів М. Д., Ференц Л. В., Федак Н. М.</i>	<i>Petriv M. D., Ferents L. V., Fedak N. M.</i>
Відгодівельні та м'ясні якості оброшинських сірих гусей при схрещуванні з великою сірою породою.....	Fattening and meat quality of obroshyn gray geese when crossed with a large gray breed
150	

*Пундик В. П.*

Породний склад  
і кількість поголів'я свиней  
у західному регіоні України  
та розробка системи  
міжпородного схрещування..... 164

*Pundyk V. P.*

Breed composition  
and quantity of pigs population  
in the western region of Ukraine  
and development of interbreed  
.....crossing system

## ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-1-1

UDC 633.85:632.4

**O. N. PRYSTATSKA, researcher**

**H. Ya. BILOVUS, candidate of agricultural sciences**

**O. A. VASHCHYSHYN, researcher**

**I. S. VOLOSHCHUK, doctor of agricultural sciences**

Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS

*Hrushevskoho street, 5, v. Obroshyne, Lviv district, Lviv region,*

*81115, e-mail: prystatska@meta.ua*

### **FEATURES OF DISEASES OF WINTER RAPE IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE**

An important task for the development of the agricultural sector of the economy of Ukraine in modern conditions is the selection of crops capable of giving high productivity and profitability. A special role in this belongs to rapeseed, which has become a promising and competitive culture of Ukrainian farmers thanks to the demand for it in the EU countries and in the domestic market.

According to the biological and technological requirements, winter rape belongs to crops with an increased risk of cultivation. Significant increase in the area under this crop caused a rapid increase in the spread and damage of plant diseases, especially in the conditions of the Western Forest-Steppe.

According to the results of monitoring the phytosanitary condition of winter rape during 2016–2020, the greatest damage to these crops in the study area was caused by fungal diseases: alternariosis (*Alternaria brassicae*) and phomosis (*Phoma lingam*).

Alternariosis is the most common disease of rape, which is found in almost all regions where this crop is grown. The disease manifests itself on all above-ground organs of plants during the growing season and is especially dangerous during the period of crop formation. Due to the epiphytotic nature of the disease of winter rapeseed plants, it can significantly reduce the seed yield. *Alternaria* spreads significantly in wet weather and causes premature cracking of the pods.

Winter rape is also significantly damaged by phomosis (stem cancer), which is especially common in areas of high humidity. The disease can appear on seedlings and adult plants. External manifestations of phomosis can be very diverse: stem and root neck cancer, dry rot, leaf spotting, fruit damage.

Based on the results of the study, data on the development of alternariosis and phomosis of winter rape are given, depending on varietal characteristics and meteorological conditions.

Over the years of research on winter rapeseed varieties in 2016–2020, on the natural background of the lesion, the development of alternariosis in the flowering

phase averaged 1.9–10.5 %, in the phase yellow-green pods – 12.3–32.8 %. The least development of this disease was noted on the varieties: Cheremosh, Anna, Dembo. The variety Smaraht was most affected by this pathogen.

The development of phomosis in the flowering phase on the natural background of the lesion was on average 0–4.9 %, in the yellow-green pod phase – 7.9–16.0 %. Anna and Dembo varieties in the flowering phase were not affected by this disease for four years, and Cheremosh for three. The least development of this disease in the yellow-green pod phase was noted on Anna and Dembo varieties.

The highest development of alternariosis and phomosis on winter rapeseed varieties was established in 2020, and the lowest in 2017 in the yellow-green pod phase under the influence of the weather conditions of those years.

Our research has confirmed that varietal features of winter rapeseed plants, as well as environmental conditions (air temperature and rainfall) are important factors that determine both the possibility of disease manifestation and its development.

**Keywords:** winter rape, diseases, alternariosis, phomosis, variety, resistance.

**Пристацька О. Н., Біловус Г. Я., Ващишин О. А., Волощук І. С.**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

### **Особливості ураження хворобами ріпаку озимого в умовах Лісостепу Західного**

Важливим завданням розвитку аграрного сектору економіки України в сучасних умовах є підбір культур, спроможних давати високу продуктивність і прибутковість. Особлива роль у цьому належить ріпаку, який став перспективною та конкурентоспроможною культурою українських аграріїв завдяки попиту на нього країн ЄС та на внутрішньому ринку.

За біолого-технологічними вимогами ріпак озимий належить до культур з підвищеним ризиком вирощування, а значне збільшення площ під посівами цієї культури зумовило стрімке зростання поширення й ураження хворобами рослин, особливо в умовах Лісостепу Західного.

За результатами моніторингу фітосанітарного стану ріпаку озимого впродовж 2016–2020 рр., найбільшої шкоди посівам цієї культури в умовах зони дослідження завдавали грибні хвороби: альтернаріоз (*Alternaria brassicae*) та фомоз (*Phoma lingam*).

Альтернаріоз – найпоширеніше захворювання ріпаку, яке виявляють майже в усіх регіонах вирощування цієї культури. Хвороба проявляється на всіх надземних органах рослин впродовж вегетації, а особливо небезпечна в період формування врожаю. За епіфітотійного характеру захворювання рослин ріпаку озимого може суттєво знижувати врожай насіння. Альтернаріоз значно поширюється у вологу погоду й спричиняє передчасне розтріскування стручків.

Ріпак озимий значно пошкоджується і фомозом (рак стебла), який особливо поширений в районах підвищеної вологості. Захворювання може проявлятися на сходах і дорослих рослинах. Зовнішні прояви фомозу можуть

бути дуже різноманітними: рак стебел та кореневої шийки, суха гниль, листова плямистість, ураження плодів.

За результатами дослідження наведено дані щодо розвитку альтернاریозу та фомозу ріпаку озимого залежно від сортових особливостей та метеорологічних умов.

За роки досліджень в сортів ріпаку озимого в 2016–2020 рр. на природному фоні ураження розвиток альтернاریозу у фазі цвітіння в середньому становив 1,9–10,5 %, жовто-зеленого стручка – 12,3–32,8 %. Найменший розвиток цієї хвороби відзначено на сортах: Черемош, Анна, Дембо. Найбільш ураженим цим патогеном був сорт Smarakt.

Розвиток фомозу у фазі цвітіння на природному фоні ураження в середньому становив 0–4,9 %, жовто-зеленого стручка – 7,9–16,0 %. Сорти Анна та Дембо у фазі цвітіння протягом чотирьох років не були уражені цією хворобою, а Черемош – впродовж трьох. Найменший розвиток цієї хвороби у фазі жовто-зеленого стручка відзначено в сортів Анна та Дембо.

Найбільший розвиток альтернاریозу та фомозу в сортів ріпаку озимого встановлено у 2020 р., а найменший – в 2017 р., у фазі жовто-зеленого стручка за впливу фактора погодних умов цих років.

Нашими дослідженнями підтверджено, що сортові особливості рослин ріпаку озимого, а також умови навколишнього середовища (температура повітря та кількість опадів) є важливими чинниками, які визначають як можливість прояву хвороби, так і її розвиток.

**Ключові слова:** ріпак озимий, хвороби, альтернاریоз, фомоз, сорт, стійкість.

**Introduction.** The most important of the tasks aimed at the development of the agricultural sector of the economy of Ukraine in modern conditions is the selection of crops capable of giving high profitability. Rapeseed has a special role in this. In the structure of oil crops, rapeseed has taken an important place, as it is characterized by stable and high purchase prices throughout the year. Thanks to the demand for it from the EU countries, as well as the growing demand for processing products in the domestic market, rapeseed has become a promising crop for Ukrainian farmers [10, 15–17, 25].

Winter rape is a crop with an increased risk of cultivation. A significant increase in the area under crops of this culture led to a rapid increase in the number of harmful organisms [7, 28].

Oversaturation of crop rotations with rapeseed caused an increase in plant disease and damage by phytophages [29].

Fungal diseases cause great damage to these crops, especially in the conditions of the Western Forest-Steppe [19, 20]. It was established that the damage to rapeseed leaves by pathogens of peronosporosis, alternariosis, phomosis, and cylindrosporiosis in plants increases the content of carotene, dry matter, fiber and ash, but the content of vitamin C, protein, fat, and

sugars significantly decreases. The amount of amino acids in affected rapeseed leaves, depending on the intensity of disease development, decreases by 1.4–2.7 times, in particular, essential amino acids by 1.5–2.9 times and replaceable ones by 0.13–2.6 times [24].

Depending on the variety or hybrid and cultivation technology, the lack of seed harvest due to diseases reaches 15–70 % or more. Its technological and sowing qualities deteriorate significantly. And when rapeseed pods are affected by pathogens, the oil content in the seeds decreases by 1.3–3.4 times [6, 11, 13, 21, 22].

One of the radical ways to increase the production of winter rapeseed is the use of highly productive and comprehensively resistant varieties to harmful organisms and stressful abiotic factors [9, 14, 27, 31].

The correct selection of varieties and hybrids of winter rapeseed is of crucial importance for its successful cultivation, that is, the biological features and needs of the crop under certain weather conditions should be taken into account.

*Alternaria* is the most common disease of rape, which is found in almost all regions where this crop is grown. The disease manifests itself on all above-ground organs of plants. The causative agents of the disease are mito-spore fungi from the genus *Alternaria*: *Alternaria brassicola* and *A. brassicae*. Its first symptoms on winter rapeseed can be observed already in the fall, the cotyledon leaves are first affected, on which small rounded, dot-like, dark spots appear, which subsequently increase in size. With the formation of new leaves, symptoms of the disease also appear on them.

*Alternaria* is especially dangerous during the period of crop formation. At this time, the spores of the pathogen spread to the pods and quickly germinate under favorable conditions. With early defeat of the pod, deep black ulcers are formed; the pods are deformed, the seeds in them are thin, underdeveloped. When *Alternaria* acquires an epiphytotic character, it can significantly reduce seed yield. The disease spreads significantly in wet weather and causes premature cracking of the pods [14].

Winter rape is significantly damaged by such diseases as phomosis, or stem cancer, which is common in all areas of Ukraine where cabbage is grown, especially in areas of high humidity. The disease is found on seedlings and adult plants. External manifestations of phomosis can be very diverse: stem and root neck cancer, dry rot, leaf spotting, fruit damage. The causative agent of the disease is the marsupial fungus *Leptosphaeria maculans* (*Desm.*) *Ces. et de Not*), in the pycnidial stage – *Phoma lingam* (*Tode ex Fr.*) *Desm.* During the growing season of winter rape plants, the pathogen *Phoma lingam* is spread by ascospores, mainly in autumn, and by pycnosporangia during the growing season of cabbage crops. On affected

plants of winter rape, the causative agent of phomosis is stored by a mycelium [4].

The harmfulness of the disease is manifested in the thinning of the seedlings, the reduction of the assimilation surface of the plants, the reduction of the fodder quality of the green mass of rapeseed, the significant reduction of the weight of 1000 seeds, the sowing and technological qualities of the seeds. Sprouts with clear signs of phomosis on the coleoptile, root neck, and cotyledons are formed from the affected seeds. Crop failure due to the disease can be 50 % or more [4, 12].

Abiotic factors play a major role in the occurrence of the disease and its development. They directly affect both the pathogen, stimulating or inhibiting its development, and the host plant, increasing its susceptibility or resistance.

Depending on these factors, the resistance and endurance of plants to diseases changes during the growing season, and they also affect the intensity of the pathogenic process itself [1, 2, 8].

The self-protection of plants in agrobiocenosis is based on the resistance of the variety, therefore the creation of disease-resistant varieties is considered an important and priority direction in plant protection [3, 23, 26, 30].

The purpose of our research was to study the resistance of winter rapeseed varieties to alternaria and phomosis in the conditions of the Western Forest-Steppe.

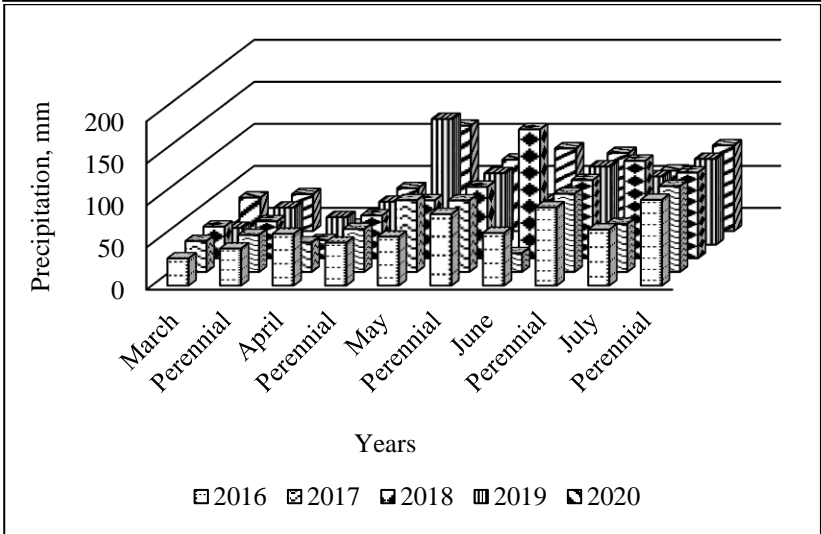
**Materials and methods.** Research was conducted in 2016–2020 on winter rapeseed varieties on the fields of the laboratory of seed science and in laboratory conditions (laboratory of plant protection) of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences.

Agricultural cultivation techniques are generally accepted for cultivation in the Western Forest-Steppe zone. The total area of the sown plot is 60 m<sup>2</sup>, the accounting area – 50 m<sup>2</sup>. Repetition – three times.

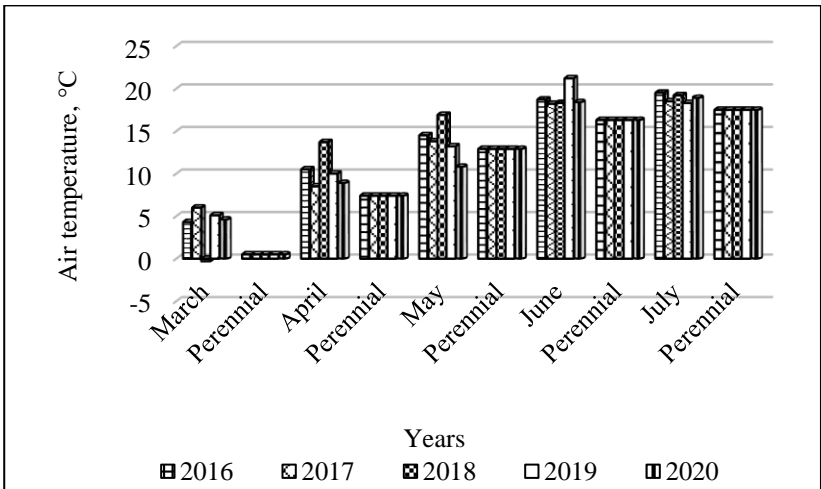
Under the condition of describing the weather conditions for 2016–2020, we used the data of the Obroshynska water balance station, hydromelioration observation post – v. Obroshyne.

Meteorological conditions during the years of research were different and had deviations from the average long-term indicators (Figs. 1, 2).

Phytopathological assessment of winter rapeseed varieties for disease damage was carried out according to the methods [5, 18].



**Fig. 1. Distribution of average monthly temperatures during the spring-summer growing season of winter rapeseed (2016–2020)**



**Fig. 2. Distribution of precipitation by month during the spring-summer growing season of winter rapeseed (2016–2020)**

**Results and discussion.** In modern technologies for growing winter rapeseed, the role of the variety and its adaptive capacity is of more and more importance.

According to the results of monitoring in 2016–2020, winter rape varieties were affected by fungal, bacterial and viral diseases. The greatest damage to these crops was caused by fungal diseases: alternariosis (*Alternaria brassicae*) and phomosis (*Phoma lingam*). During our research, the weather conditions contributed to the development of these diseases almost every year.

According to our observations during 2016–2020, *Alternaria* was the most widespread and aggressive disease on winter rape in the conditions of the Western Forest-Steppe. This disease developed on crops from autumn onwards after the restoration of plant vegetation in the spring-summer period. All aerial parts of plants were affected: leaves, stems, pods.

According to our research, the greatest development of alternariosis in the flowering phase was in 2016. This disease appeared in autumn on the rosette leaves of rapeseed, on which black-brown zonal rounded spots formed. A mild and short winter contributed to good overwintering of winter rapeseed, and therefore the causative agent *Alternaria brassicae* also overwintered well. But, at the same time, last year's leaf mass was the source of infection of this disease, which developed in autumn and partly in winter, when snow fell on unfrozen ground. Spring was characterized by its early onset with moderate rates of temperature increase. Such weather conditions contributed to the damage of winter rape varieties by *alternaria*, the development of which in the flowering phase was 2.5–15.0 % (Table 1).

### 1. Winter rape affected by *Alternaria* in the flowering phase (2016–2020), %

Varieties	Year					Average
	2016	2017	2018	2019	2020	
Cheremosh	3.4	2.0	1.5	1.6	1.2	1.9
Dembo	3.5	3.4	2.5	2.0	0.5	2.4
Smaraht	15.0	13.5	12.0	7.0	4.8	10.5
Chornyi veleten	10.0	7.5	6.0	5.5	–	7.2
Anna	2.5	3.8	2.8	1.8	–	2.7
Atlant	9.0	8.0	5.5	4.0	–	6.6

Note. Lack of variety this year.

The smallest development of alternariosis in the flowering phase was observed in 2020. This year, the weather conditions of late April – early May (dry and windy weather) were not favorable for the spread and development of alternariosis in winter rape varieties. Affected by autumn

diseases, the leaves of the lower tier gradually died. Maintaining low air temperatures continued to slow down vegetation processes. Therefore, the development of alternariosis in the flowering phase in 2020 was small, as low air humidity restrained reinfection with the disease and averaged 0.5–4.8 % (Table 1).

A rather similar situation was observed in 2019. The end of March and the beginning of April this year were warm and very dry with low air humidity. Such weather conditions to some extent restrained the intensity of re-infection of winter rape with *Alternaria*, with which plants were more infected since autumn and its damage grew slowly. The development of alternariosis in the flowering phase in 2019 was 1.6–7.0 %, depending on the variety (Table 1).

In 2020, the second decade of May was characterized by sharp temperature fluctuations, and frosts were observed on the soil surface. Significant rains, abundant dew and high relative air humidity, which occurred in the third decade of May and the first half of June, contributed to the mass spread and development of *Alternaria* on winter rape varieties. That is, abiotic factors (air temperature and rainfall) directly influenced the development of the causative agent of the disease *Alternaria brassicae*, stimulating its development on winter rape varieties.

The development of alternariosis (Table 2) in the yellow-green pod phase in 2020 reached 39.4 % (variety Smaraht), and the lowest was observed on the Cheremosh winter rapeseed variety (17.2 %).

## 2. Affection of winter rapeseed by *Alternaria* in the yellow-green pod phase (2016–2020), %

Varieties	Year					Average
	2016	2017	2018	2019	2020	
Cheremosh	9.6	5.8	13.5	15.5	17.2	12.3
Dembo	14.5	6.4	14.0	18.0	19.6	14.5
Smaraht	36.2	17.6	34.0	37.0	39.4	32.8
Chorny veleten	19.0	14.2	26.0	33.5	–	23,2
Anna	11.5	7.5	16.5	20.0	–	13.9
Atlant	27.6	15.2	28.2	35.5	–	26.0

The set of abiotic factors that developed after the flowering of winter rapeseed in 2020 led to a significant development of *Alternaria*, which was the largest in the yellow-green pod phase compared to other years.

A similar pattern of weather conditions was observed in 2019, in which, with an increase in temperature in conditions of fairly high air humidity at the end of May and in the first half of June, the damage to

plants by *Alternaria* rose sharply, the supply of infection of which was high everywhere. The development of *Alternaria* in the yellow-green pod phase in 2019 was 15.5–37.0 %.

According to the results of our research, in winter rape varieties during the spring-summer period of 2016–2020, on the natural background of the lesion, the development of alternariosis in the flowering phase was on average 1.9–10.5 %, in the phase of yellow-green pods – 12.3–32.8 %. The least development of this disease was noted in the varieties Cheremosh (12.3 %), Anna (13.9 %), Dembo (14.5 %). The Smaraht variety was most susceptible to this pathogen (32.8 %).

It should be noted that the greatest development of alternariosis in the yellow-green pod phase was observed in 2020, and the least in 2017, which was facilitated by the weather conditions of those years.

During 2016–2020, such a disease on winter rapeseed as phomosis developed on crops from autumn, and then during the spring-summer period. Phomosis affected both seedlings and vegetative plants. On the leaves and pods the disease developed in the form of gray dry spots with concentric zonation and black pycnidia. On adult plants, gray spots or sores covered with black pycnidia appeared at the bottom of the stem. Affected seeds were dull and poorly filled.

The weather conditions at the beginning of the spring of 2016 and 2017 were very favorable for the development of winter rapeseed plants. Spring was characterized by its early beginning, therefore, a gradual recovery of the development of phomosis was observed on winter rapeseed, which has been present on the crops since the autumn of last year. The development of phomosis in the flowering phase in 2016 was 0–8.0 %, and in 2017 – 0–9.0 % (Table 3).

### 3. Affection of winter rape by phomosis in the flowering phase (2016–2020), %

Varieties	Year					Average
	2016	2017	2018	2019	2020	
Cheremosh	1.0	0.5	0	0	0	0.1
Dembo	0.8	0	0	0	0	0.8
Smaraht	8.0	5.2	3.0	1.3	2.8	4.1
Chorniye veleten	1.2	1.5	0	0.8	–	0.9
Anna	0	0	0	0	–	0
Atlant	2.5	9.0	5.0	3.0	–	4.9

The weather conditions in the spring of 2020 did not contribute to intensive re-infection of winter rape with phomosis, and its damage grew

rather slowly. In April of this year, there were frosts and a lack of atmospheric precipitation, which restrained the development and spread of phomosis on winter rape varieties.

The varieties Anna and Dembo in the flowering phase were not affected by this disease for four years, and Cheremosh – for three.

According to our research in the yellow-green pod phase, the greatest development of phomosis was observed in 2019 and 2020. The agroclimatic conditions at the end of the spring and summer growing season of these years turned out to be generally non-standard for the growth and development of winter rapeseed plants due to the uneven distribution of atmospheric precipitation, air humidity, temperature changes and led to the variegation of the distribution and development of phomosis. The development of phomosis in the yellow-green pod phase in 2019 was 9.5–20.5 %, and in 2020 – 11.2–21.6 % (Table 4).

#### 4. Affection of winter rape by phomosis in the yellow-green pod phase (2016–2020), %

Varieties	Year					Average
	2016	2017	2018	2019	2020	
Cheremosh	10.0	5.4	9.0	14.0	15.8	10.8
Dembo	9.6	3.8	6.5	9.5	11.2	8.1
Smaraht	16.0	8.6	14.5	18.0	21.6	15.7
Chornyι veleten	11.5	6.8	11.5	13.0	–	10.7
Anna	7.5	12.5	6.0	10.5	–	7.9
Atlant	13.0	12.5	18.0	20.5	–	16.0

On average, during 2016–2020, the incidence of winter rape plants with phomosis in the yellow-green pod phase (Table 4) was 7.9–16.0 %. The least development of this disease was noted in varieties Anna (7.9 %) and Dembo (8.1 %).

According to the results of our research, the greatest development of phomosis in the yellow-green pod phase was observed in 2020, and the least in 2017, abiotic factors contributed significantly to this (air temperature and precipitation).

**Conclusions.** According to the results of monitoring the phytosanitary condition of winter rape during 2016–2020, the greatest damage to these crops in the conditions of the Western Forest-Steppe was caused by fungal diseases: alternariosis (*Alternaria brassicae*) and phomosis (*Phoma lingam*).

On winter rapeseed varieties in 2016–2020, on the natural background of the lesion, the development of alternariosis in the flowering

phase averaged 1.9–10.5 %, in the yellow-green pods phase – 12.3–32.8 %. The least development of this disease was noted on the varieties Cheremosh (12.3 %), Anna (13.9 %), Dembo (14.5 %). The Smaragt variety was most affected by this pathogen (32.8 %).

The development of phomosis in the flowering phase on the natural background of the lesion was on average 0–4.9 %, in the yellow-green pod phase – 7.9–16.0 %. Anna and Dembo varieties in the flowering phase were not affected by this disease for four years, and Cheremosh for three. The smallest development of this disease in the yellow-green pod phase was noted on Anna (7.9 %) and Dembo (8.1 %) varieties.

The highest development of alternariosis and phomosis on winter rapeseed varieties was in 2020, the lowest in 2017 in the yellow-green pod phase under the influence of the weather conditions of those years.

Our research has confirmed that varietal features of winter rapeseed plants, as well as environmental conditions (air temperature and rainfall) are important factors that determine both the possibility of disease manifestation and its development.

To reduce the intensity of damage to winter rape by alternariosis and phomosis, we recommend growing Dembo, Anna and Cheremosh varieties, which are the most adapted to the changing weather and climatic conditions of the growing season in the Western Forest-Steppe.

#### Список використаної літератури

1. Абрамик М. І., Конопля О. І., Жирун Г. В. Створення сортів озимого ріпаку з новими господарсько-цінними ознаками: вимога часу. *Агроном*. 2009. № 2. С. 78.
2. Адаменко Т. Особливості погодних умов осіннього періоду для сівби та розвитку озимих культур. *Агроном*. 2014. № 4. С. 12–14.
3. Антоненко О. Ф., Манішевський В. М. Стійкість сортів ріпаку озимого та ярого проти фомозу. *Біоресурси і природокористування*. 2012. Т. 4, № 3/4. С. 63–66.
4. Антоненко О. Ф., Манішевський В. М. Фомоз ріпаку ярого та вплив протруйників на розвиток хвороби і продуктивність культури. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 1. С. 5–6.
5. Антоненко О. Ф. Хвороби ріпаку. Шкали визначення імунності сортів до найпоширеніших та їх застосування в методиках оцінки. *Захист рослин*. 2001. №

#### References

1. Abramyk M. I., Konoplia O. I., Zhyrun H. V. Creation of winter rapeseed varieties with new economic and valuable characteristics: the need of the time. *Ahronom*. 2009. No 2. P. 78.
2. Adamenko T. The features of weather conditions of autumn period for sowing and development of winter crops. *Ahronom*. 2014. No 4. P. 12–14.
3. Antonenko O. F., Manishevskiy V. M. The resistance of winter and spring rapeseed varieties against phomosis. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2012. Vol. 4, No 3/4. P. 63–66.
4. Antonenko O. F., Manishevskiy V. M. Phomosis of spring rapeseed and the effect of the treatment agents on the development of disease and the culture productivity. *Karantyn i zakhyst roslin*. 2014. No 1. P. 5–6.
5. Antonenko O. F. A rape diseases. Scales for determining the immunity of varieties to the most common and their use

12. С. 14.

6. Бактеріальні хвороби ріпаку / О. М. Захарова та ін. *Мікробіол. журн.* 2012. Т. 74, № 6. С. 46–52.

7. Біологічне живлення та захист ріпаку озимого / В. П. Дерев'янський та ін. *Карантин і захист рослин.* 2014. № 4. С. 16–18.

8. Васалатій Н. В. Вплив агрометеорологічних умов на формування площі листової поверхні та фото-синтетичну продуктивність озимого ріпаку в осінньо-зимовий період вегетації. *Вісник Одеського державного екологічного університету.* 2013. № 15. С. 110–117.

9. Доля М., Бондарєва Л. Ресурсоощадна технологія вирощування ріпаку озимого. *Пропозиція.* 2014. № 12. С. 64–70.

10. Екотоксикологічні аспекти вирощування озимого ріпаку в Україні / Н. І. Бублик та ін. *Карантин і захист рослин.* 2011. № 7. С. 1–3.

11. Курцев В. Технологічні аспекти вирощування ріпаку. *Агробізнес сьогодні.* 2017. № 20. С. 51–55.

12. Манішевський В. М. Динаміка росту збудника фомозу ріпаку за різних умов культивування. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів та природокористування України.* 2010. Вип. 149. С. 337–353.

13. Марков І. Л. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку. *Агробізнес сьогодні* (тематичний додаток). 2011. № 10. С. 1–2.

14. Марков І. Л. Моніторинг хвороб ріпаку та заходи щодо обмеження їх поширення. *Агроном.* 2011. № 2. С. 14–16.

15. Могилянська Н. О. Сучасний стан і перспективи переробки олійних культур. *Зернові продукти і комбікорми.* 2014. № 1. С. 22–25.

16. Носенко В. Г. Особливості формування продуктивності ріпаку ярого в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2011. 19 с. URL: <http://elibrary.nubip.edu.ua/7849/1/21.06.pdf> (дата звернення: 22.11.2019).

17. Носенко В. Г. Фактори, що формують якість продукції ріпаку в Україні. *Рослинництво та ґрунтознав-*

*in evaluation methods. Zakhyst roslyn.* 2001. No 12. P. 14.

6. Bacterial diseases of rapeseed / O. M. Zakharova et al. *Mikrobiol. zhurn.* 2012. Vol. 74, No 6. P. 46–52.

7. Organic nutrition and protection of winter rapeseed / V. P. Derevianskyi et al. *Karantyn i zakhyst roslyn.* 2014. No 4. P. 16–18.

8. Vasalati N. V. The influence of agrometeorological conditions on the formation of leaf surface area and photosynthetic productivity of winter rape in the autumn-winter growing season. *Visnyk Odeskoho derzhavnoho ekolohichnoho universytetu.* 2013. No 15. P. 110–117.

9. Dolia M., Bondarieva L. Resource-saving technology of winter rape cultivation. *Propozytsiia.* 2014. No 12. P. 64–70.

10. The ecotoxicological aspects of winter rape cultivation in Ukraine / N. I. Bulyk et al. *Karantyn i zakhyst roslyn.* 2011. No 7. P. 1–3.

11. Kurtsev V. Technological aspects of rapeseed cultivation. *Ahrobiznes sohodni.* 2017. No 20. P. 51–55.

12. Manishevskiy V. M. Growth dynamics of the causative agent of rape phomosis under different cultivation conditions. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv ta pryrodokorystuvannia Ukrainy.* 2010. Issue 149. P. 337–353.

13. Markov I. L. Intensive rapeseed cultivation technology. *Ahrobiznes sohodni* (tematychnyi dodatok). 2011. No 10. P. 1–2.

14. Markov I. L. Monitoring of rapeseed diseases and measures to limit their spreading. *Ahronom.* 2011. No 2. P. 14–16.

15. Mohylianska N. O. Current status and prospects of oilseed crops processing. *Zernovi produkty i kombikormy.* 2014. No 1. P. 22–25.

16. Nosenko V. H. The features of formation of spring rapeseed productivity in the conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine : the authors abstract diss. for the sci. degree of cand. in

ство. 2015. № 210. С. 75–79.

18. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В. П. Омелюти. Київ : Урожай, 1984. 296 с.

19. Пристацька О. Н., Біловус Г. Я. Грибні хвороби ріпаку ярого в умовах Львівської області. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52 (I). С. 96–100.

20. Пристацька О. Н., Волошук І. С., Слушак О. М. Розвиток альтернاریозу на сортах та гібридах ріпаку озимого в умовах Львівської області. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 75-річчю утворення Сумської області «Підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в Північно-Східному регіоні України» (м. Суми, 20–21 лют. 2014 р.). Суми, 2014. С. 181–183.

21. Продуктивність сортів і гібридів ріпаку озимого на Півдні України / Р. А. Вожегова та ін. Зрошуване землеробство. 2013. Вип. 59. С. 55–57.

22. Савчук Ю. М. Обмеження розвитку хвороб ріпаку озимого залежно від строків сівби та мікродобрив. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 72–74.

23. Селекційні досягнення щодо створення сортів і гібридів ріпаку в Інституті олійних культур НААН / І. Б. Комарова та ін. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 20. С. 127–135.

24. Ситнік І. Д. Варіабельність вмісту жирних кислот і глюкозинолатів у насінні ярого та озимого ріпаку під впливом умов зовнішнього середовища. *Біоресурси і природокористування*. 2010. Т. 2, № 3/4. С. 28–35.

25. Сорока В. І. Перспективи ріпаку в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 11. С. 52–54.

26. Стійкість сортів ріпаку озимого проти бактеріозу коренів / О. Ф. Антоненко та ін. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 12. С. 5–6.

27. Трибель С. О., Стригун О. О. Захист рослин – реальний напрям збільшення виробництва рослинницької продукції. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 324–336.

agricultural sciences : speciality 06.01.09 “Plant growing”. Kyiv, 2011. 19 p. URL: <http://elibrary.nubip.edu.ua/7849/1/21.06.pdf> (last accessed: 22.11.2019).

17. Nosenko V. H. Factors that are shaping the quality of rapeseed production in Ukraine. *Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo*. 2015. No 210. P. 75–79.

18. The accounting for pests and diseases of crops / ed. V. P. Omeliuta. Kyiv : Urozhai, 1984. 296 p.

19. Prystatska O. N., Bilovus H. Ya. Fungus diseases of spring rape at the condition of Lviv region. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2010. Issue 52 (I). P. 96–100.

20. Prystatska O. N., Voloshchuk I. S., Sluchak O. M. The development of alternariosis varieties on winter rape varieties and hybrids in Lviv region. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., присьвіач. 75-річчю утворення Сумської області «Підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в Північно-Східному регіоні України» (м. Суми, 20–21 лют. 2014 р.). Суми, 2014. P. 181–183.

21. Productivity of winter rape varieties and hybrids in South of Ukraine / R. A. Vozhehova et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2013. Issue 59. P. 55–57.

22. Savchuk Yu. M. Restriction of winter rape disease depending on sowing time and microfertilizers. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No 2. P. 72–74.

23. The breeding achievements for the creation of rapeseed varieties and hybrids at the Institute of Oilseed crops of the NAAS / I. B. Komarova et al. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2014. No 20. P. 127–135.

24. Sytnik I. D. Variability of fatty acids and glucosinolates content in spring and winter rape seeds under the influence of environmental conditions. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2010. Vol. 2, No 3/4. P. 28–35.

25. Soroka V. I. The rape prospects in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2011. No 11. P. 52–54.

26. Resistance of winter rape varieties against bacteriosis of the roots

28. Трибель С. О., Стригун О. О. Ріпак: проблеми фітосанітарії та підвищення ефективності захисних заходів. *Насінництво*. 2013. № 3. С. 114–124.
29. Хвороби ріпаку в Україні та в світі / М. Мірошниченко та ін. *Пропозиція*. 2015. Спецвипуск : Озимий ріпак від А до Я. С. 30–32.
30. Function of the photosynthetic apparatus of oilseed winter rape under elicitation by *Phoma lingam* phytotoxins in relation to carotenoid and phenolic levels / K. Hura et al. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2014. Vol. 36, Issue 2. P. 295–305.
31. Susceptibility of winter rape cultivars to fungal diseases and their response to fungicide application / I. Brazauskienė et al. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2013. Vol. 37. P. 699–710. DOI: 10.3906/tar-1210-26.
32. Trybel S. O., Stryhun O. O. Rapeseed: the phytosanitary problems and improving the effectiveness of protective measures. *Nasinnystvo*. 2013. No 3. P. 114–124.
33. The rape diseases in Ukraine and in the world / M. Miroshnychenko et al. *Propozytsiia*. 2015. Spetsvyпуск : Ozymyi ripak vid A do Ya. P. 30–32.
34. Function of the photosynthetic apparatus of oilseed winter rape under elicitation by *Phoma lingam* phytotoxins in relation to carotenoid and phenolic levels / K. Hura et al. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2014. Vol. 36, Issue 2. P. 295–305.
35. Susceptibility of winter rape cultivars to fungal diseases and their response to fungicide application / I. Brazauskienė et al. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2013. Vol. 37. P. 699–710. DOI: 10.3906/tar-1210-26.

Received: January 5, 2023

Accepted: February 7, 2023

## **ОЦІНКА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА КОРМОВОЇ СИРОВИНИ ЗАЛЕЖНО ВІД СКЛАДУ ЛУЧНОГО АГРОФІТОЦЕНОЗУ**

Наведено результати дослідження щодо впливу складу травосумішей та рівня біологічного живлення на формування та кормову продуктивність сіяних лучних агрофітоценозів за органічного виробництва кормової сировини.

З'ясовано реакцію одновидових посівів бобових трав та бінарних бобово-злакових травосумішок на дію комплексних мікроелементів у хелатній формі біохелат універсальний, що використовували для обробки насіння компонентів травосуміші шляхом замочування у 10 % водному розчині препарату (з розрахунку 3 л/г насіння) протягом 3–4 год та позакореневого (листяного) підживлення травостою методом обприскування у фазі куціння злакових компонентів з нормою внесення 3 л/га.

Шляхом весняного безпокритого висіву багаторічних бобових трав та бобово-злакових сумішей сформовано лучні агрофітоценози. Для сіви використано насіння конюшини лучної с. Передкарпатська 6, лядвенцю рогатого с. Аякс, козлятнику східного с. Кавказький бранець, пажитниці багаторічної с. Осип, тимофіївки лучної с. Підгірянка.

Встановлено, що врожайність лучних агрофітоценозів за роками вегетації залежала як від умов температурного режиму і зволоження, так і від біологічних особливостей росту і розвитку вихідних травостоїв. Зокрема, очевидним є позитивний вплив інокуляції насіння багаторічних трав та обробки вегетативної маси мікродобривом біохелат універсальний незалежно від видового складу вихідних травостоїв.

Динаміка формування лучних агрофітоценозів протягом 2017–2020 рр. показала максимальне насичення травостоїв конюшиною лучною у перші два роки в одновидових посівах (89,7–85,1 %) з подальшим зниженням частки до 29,7 на п'ятому році життя. Таку ж тенденцію спостерігали і в бобово-злакових сумішах, що пояснює значне зниження врожайності конюшини лучної з роками незалежно від фону живлення. Козлятнику східному характерний повільний старт розвитку і продуктивності в одновидових посівах

та неконкурентоспроможність у сумішках за органічного виробництва кормової сировини. Травостоям лядвенцю рогатого, як одновидовим, так і в суміші зі злаками, характерне стале за роками насичення бобовим компонентом.

У середньому за п'ять років експлуатації лучних угідь найвищі параметри продуктивності забезпечили посіви лядвенцю рогатого та конюшини лучної. Зокрема, одновидові ценози дозволили зібрати по 9,3–10,0 т/га сухої речовини, 5,4–5,7 кормових одиниць та 0,7–0,8 т/га перетравного протеїну. Травосуміші з пажитницею багаторічною та тимофіївкою лучною характеризувалися дещо нижчою продуктивністю. Встановлено також достовірні прирости сухої речовини, кормових одиниць, перетравного протеїну за рахунок інокуляції насіння та обробки вегетативної маси мікродобривом біохелат універсальний.

Достатній рівень продуктивності бобових та бобово-злакових фітоценозів як за природної родючості ґрунту, так і з використанням біохелату універсального для обробки насіння і вегетативної маси, безумовно, забезпечує високий рівень рентабельності вирощування кормової сировини. Протягом 2016–2020 рр. найвищі показники рентабельності вирощування органічної кормової сировини бобових трав та їх сумішок зі злаками забезпечили травостої лядвенцю рогатого, як одновидові, так і з пажитницею багаторічною та тимофіївкою лучною, незалежно від фону живлення – від 190,2–248,0 до 268,5–286,9 %.

**Ключові слова:** лучні агрофітоценози, органічна кормова сировина, продуктивність, біохелат універсальний, кореневі залишки.

**Olha Buhryn, Liubomyr Buhryn, Tetiana Partyka, Danylo Pukalo**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**Assessment of organic production of raw forage materials depending on the composition of meadow agrophytocenosis**

The results of a study on the influence of the composition of grass mixtures and the level of biological nutrition on the formation and fodder productivity of sown meadow agrophytocenosis in the organic production of fodder raw materials are presented.

The reaction of single-species sowings of legumes and binary legume-grass mixtures to the action of complex trace elements in the chelated form of biochelat universalnyi, which was used to treat the seeds of the grass mixture components by soaking in a 10 % aqueous solution of the preparation (at the rate of 3 l/t of seeds) for 3–4 hours and foliar nutrition of the grass stand by spraying of grass components in the tillering phase with a rate of 3 l/ha, was determined.

Meadow agrophytocenoses were formed by spring coverless sowing of perennial leguminous grasses and leguminous-cereal mixtures. Seeds of meadow clover (Predkarpatska 6 variety), bird's-foot trefoil (Ajax variety), fodder galega (Kavkazskiy Branets variety), perennial ryegrass (Osyp variety), and timothy grass (Pidhiryanka variety) were used for sowing.

It was found that the yield of meadow agrophytocenosis by years of vegetation depended on both temperature and moisture conditions and biological

characteristics of growth and development of the original grass stands. In particular, the positive effect of inoculation of perennial grass seeds and treatment of the vegetative mass with the microfertilizer biochelate universally regardless of the species composition of the original grass stands is obvious.

The dynamics of the formation of meadow agrophytocenosis during 2017–2020 showed the maximum saturation of grass stands with meadow clover in the first two years in single-species crops (89.7–85.1 %), followed by a decrease in the share to 29.7 in the fifth year of life. A similar trend was observed in legume-grass mixtures, which explains the significant decrease in the yield of meadow clover over the years, regardless of the nutritional background. Bird's-foot trefoil is characterized by a slow start of development and productivity in single-species crops and non-competitiveness in mixtures in the organic production of fodder raw materials. Grass stands of fodder galega, both single-species and mixed with grasses, are characterized by a stable saturation with legume component over the years.

On average, over the five years of exploitation of meadowlands, the highest productivity parameters were provided by the crops of bird's-foot trefoil and meadow clover. In particular, single-species cenoses allowed to collect 9.3–10.0 t/ha of dry matter, 5.4–5.7 fodder units and 0.7–0.8 t/ha of digestible protein. Grass mixtures with perennial ryegrass and timothy grass were characterized by slightly lower productivity. There were also significant increases in dry matter, fodder units, and digestible protein due to seed inoculation and treatment of the vegetative mass with the microfertilizer biochelate universalni.

A sufficient level of productivity of legumes and legume-grass phytocoenoses, both under natural soil fertility and with the use of universal biochelate for seed and vegetative mass treatment, certainly ensures a high level of profitability for growing raw fodder materials. During 2016–2020, the most optimal indicators of profitability of growing organic raw fodder materials of legumes and their mixtures with grasses were provided by grass stands of bird's-foot trefoil, both single-species and with perennial ryegrass and timothy grass, regardless of the nutritional background – from 190.2–248.0 to 268.5–286.9 %.

**Keywords:** meadow agrophytocoenoses, organic fodder, productivity, biochelate universalni, root residues.

**Вступ.** Науковими дослідженнями, проведеними в різних країнах світу, встановлено, що підвищення врожайності сільськогосподарських культур в 2–3 рази призводить до збільшення енергозатрат на отримання одиниці продукції у 10–50 разів. Найбільші затрати припадають на добрива, засоби захисту рослин та сільськогосподарську техніку. Крім того, інтенсифікація землеробства викликала процеси, що обумовлюють втрати гумусу. Постійно зростаюче хімічне навантаження на навколишнє середовище призводить до порушення екологічної рівноваги в агроландшафтах, що в свою чергу може мати негативний вплив на якісні показники ґрунтів, вод і продукції рослинництва, а виходячи з цього, і тваринницької продукції [2, 3].

На злакових агрофітоценозах інтенсивного типу на мінеральний азот часто припадає половина сукупних затрат енергії. Тому одним із перспективних шляхів інтенсифікації луківництва є створення сіяних травостоїв з високим вмістом бобових компонентів. Симбіотичний азот відіграє тут компенсаторну роль з частковою заміною мінерального азоту та є важливим резервом скорочення енергетичних витрат [13, 14, 27].

Інтенсивне використання бобових трав у луківництві є найважливішим елементом енергоощадних технологій за кордоном [23–25, 27, 30].

Тривалий час у всіх без винятку країнах перед сільським господарством ставили головне завдання: нарощувати обсяги виробництва продукції та розширювати її асортимент для задоволення потреб населення, кількість якого постійно зростала. Водночас ставку робили на індустріалізовані методи агровиробництва, нехтуючи ґрунтозахисними заходами, що призвело до стрімкого збільшення витрат вичерпних природних ресурсів і деградації ґрунтів [10].

Головний напрям індустріалізації – це інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур у поєднанні й на фоні загальних прогресивних систем землеробства. Внаслідок цього здійснилася революція в рослинництві, яка дала змогу подвоїти врожайність основних зернових культур. Але водночас виявилося і досить обставин, що викликають тривогу не лише у фахівців, а й споживачів сільськогосподарської продукції, оскільки це призводило до жорсткої експлуатації обмежених, або непоновлюваних ресурсів продуктивності, загрозливого зростання забрудненості навколишнього середовища під впливом тотальної індустріалізації всього світового сільськогосподарського виробництва. Це поставило під сумнів можливість згаданих технологій щодо екологічної чистоти продукції, їх природоохоронної сприйнятливості, економічної та енергетичної ефективності [3].

Виникла потреба пошуку альтернативних систем землеробства, які б суттєво зменшували використання зовнішніх факторів виробництва (ресурсів) способом обмеження застосування синтезованих хімічним шляхом добрив, пестицидів і фармпрепаратів. Поруч з традиційним формуються системи альтернативного землеробства (органічного (Organic Farming), біологічного (Biological Farming), екологічного (Ecological Farming), біоінтенсивного міні-землеробства (Biointensive Mini-Farming), біодинамічного (Biodynamic Agriculture), ЕМ-технологій (Effective Microorganism Technologies),

маловитратного сталого (LISA – Low Input Sustainable Agriculture), точного землеробства (Precision Farming) та ін.) [33].

На думку зарубіжних вчених, альтернативне землеробство – це не система, а концепція, новий підхід до землеробства, група методів, етика ставлення до землі. Його суть полягає у повному або частковому відмовленні від синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту і кормових добавок: комплекс агротехнічних заходів ґрунтується на суворому дотриманні сівозмін, введенні до їх складу бобових культур, збереженні рослинних решток, застосуванні гною, компостів і сидератів, проведенні мінімалізованих обробітків ґрунту, захисту рослин біологічними методами [26, 32].

Нагальна потреба збереження навколишнього середовища і забезпечення населення якісними продуктами харчування актуалізує пошук та використання нових альтернативних інтенсивних моделей сільськогосподарської діяльності, в основі яких лежить концепція одержання високоякісного врожаю без шкоди довкіллю завдяки вивченню і врахуванню природних процесів [10].

Потрібно орієнтуватися на те, що в сучасному рослинництві інтенсивною може бути та технологія, де гармонійно поєднуються всі названі вище вимоги, забезпечуючи високу продуктивність екологічно чистої продукції та кормів. Важливу роль відіграє також підбір високопродуктивних, адаптованих до зональних ґрунтово-кліматичних умов сортів сільськогосподарських культур. У питанні виробництва дешевих і високоякісних, екологічно безпечних кормів перевагу потрібно надавати багаторічним кормовим культурам, зокрема бобовим, за рахунок чого можна значно підвищити виробництво кормового білка. Науковими дослідженнями встановлено, що насичення лучних агрофітоценозів бобовими травами без внесення мінерального азоту підвищує їх продуктивність у 1,5–2,5, а за збором протеїну – у 2–3 рази порівняно із злаковими травостоями на тому ж фоні фосфорно-калійних добрив [13, 14, 28, 30].

Тому збільшення площ посіву багаторічних бобових трав (конюшина, люцерна, еспарцет та ін.) є обов'язковою умовою органічних систем землеробства, які гармонійно поєднують досягнення природничих, біологічних, техногенних, організаційно-економічних, інформаційних сфер діяльності людини. У цьому контексті багаторічні бобові трави забезпечують одержання екологічно чистої продукції, а створені ними агрофітоценози стають важливою складовою агроландшафтів, які забезпечують екологічну чистоту природного середовища, підтримують безпеку і здоров'я людини [11, 19].

Окрім цього, використання бобових культур є критично важливим для ефективного ведення органічного сільськогосподарського виробництва за рахунок перетворення атмосферного азоту на доступні рослинам форми без використання мінеральних добрив.

У ґрунтово-кліматичних умовах Західного регіону України, які характеризуються кислими, часто перезволоженими та оглеєними ґрунтами, дуже обмежений набір багаторічних бобових культур, що обумовлює значний дефіцит виробництва кормового білка.

В органічному польовому кормовиробництві Лісостепу Західного багаторічні трави мають займати 60–65 % площ у структурі кормового клину, що дозволить отримувати корми, в 1,5–2,5 разу дешевші порівняно з однорічними кормовими культурами. Собівартість виробництва 1 к. од. трави нижча, ніж зерна в 2 рази, сіна і сінажу – в 3–4 рази, коренеплодів – у 6–7 разів. У структурі посівних площ кормових сівозмін частка багаторічних бобових має бути доведена до 50–55 %.

Однією з таких культур є козлятник східний, який за два-три укоси протягом 10–15 років формує на одному місці високі врожаї зеленої маси та насіння. Його можна з впевненістю назвати ресурсоенергозберігаючою культурою, тому що при його вирощуванні витрачають кошти лише на основний, передпосівний обробіток ґрунту, купівлю насіння і сівбу один раз на 10–15 років. Він має вологозберігаючі та ґрунтозахисні властивості. Міцна коренева система перешкоджає змиву ґрунту на схилах, а стерня – видуванню його під час пилових бур, а також сприяє затриманню снігу та накопиченню вологи в зимово-весняний період.

Висока продуктивність поєднується з кормовою повноцінністю зеленої маси, білок якої містить повний набір незамінних амінокислот, зокрема й лімітуючих. Забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном відповідає зоотехнічним нормам і рекомендаціям для згодовування тваринам. Порівнюючи біологічну цінність білка надземної маси козлятнику східного і люцерни посівної у фазі цвітіння з еталоном ФАО (для кормових культур), встановлено, що за вмістом білка козлятник значно перевищує люцерну й еталон ФАО. Універсальність цієї культури полягає в тому, що її можна використовувати в зеленому та силосному конвеєрі для приготування трав'яного борошна й білкових концентратів, згодовувати отаву до настання морозів. Екологічна пластичність козлятнику східного дає змогу вирощувати його в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України [20].

Для залуження деградованих земель Буковинська ДСГДС ІСГКР НААН рекомендує висівати культури тривалого (5–6 років) використання. Найбільш придатним для цього є лядвенець рогатий в чистому посіві і в суміші з кострицею лучною та тимофіївкою лучною [17].

Оптимальний строк збирання лядвенцю рогатого, галеги східної і їх травосумішок на корм – кінець бутонізації – початок цвітіння, що забезпечує найбільший вихід поживних речовин, значно вищий урожай другого укосу. Слід мати на увазі, що в період цвітіння в рослинах лядвенцю (особливо в квітках) нагромаджується отруйна синильна кислота, яка внаслідок сушіння в сні розпадається.

Поряд з конюшиною лучною як традиційним бобовим компонентом лучних ценозів Лісостепу Західного лядвенець рогатий є страховою кормовою культурою, оскільки краще за інші бобові трави росте і дає задовільні врожаї на бідних ґрунтах. За хімічним складом корму належить до кращих кормових трав. У 100 кг зеленої маси міститься 25,7 к.од., 4,5 кг перетравного протеїну. Вона багата на каротин (44–72 мг%) і вітамін С (123–130 мг%). У 100 кг сіна міститься 55 к.од. Воно є дієтичним кормом для тварин. У тварин не виникає тимпанії. За сприятливих умов дає три укоси. Лядвенець надає молоку приємного смаку, а маслу – жовтого забарвлення. На одному місці може рости 10–15 років і більше. Універсальність цих культур у тому, що їх можна використовувати в зеленому і силосному конвеєрі, для приготування трав'яного борошна і білкових концентратів, випасати отаву до настання морозів.

**Матеріали і методи.** Польові дослідження проводили протягом 2016–2020 рр. за методикою Інституту кормів УААН [1] на експериментальній базі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (Лісостеп Західний). Досліди закладено на темно-сірих опідзолених глеюватих середньосуглинкових ґрунтах з такими агрохімічними показниками в горизонті 0–20 см: рН сольове – 5,1–5,2, вміст гумусу – 3,2–3,6 %, легкогідролізного азоту (за Корнфільдом) – 160–182 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Кірсановим) – 56,3–62,7, обмінного калію (за Кірсановим) – 66,5–68,0 мг/кг ґрунту.

Перед закладкою польового досліду проведено вапнування ґрунту з розрахунку 1 норми  $\text{CaCO}_3$  за гідролітичною кислотністю. Обробіток ґрунту – загальноприйнятий для зони вирощування багаторічних трав. Загальна площа посівної ділянки – 10 м<sup>2</sup>, повторність – 6-разова. Норми висіву насіння у варіантах розраховували згідно зі схемою досліду. Для сівби використано

насіння багаторічних трав таких сортів: конюшина лучна с. Передкарпатська 6, лядвенець рогатий с. Аякс, козлятник східний с. Кавказький бранець, пажитниця багаторічна с. Осип, тимофіївка лучна с. Підгірянка (табл. 1).

### 1. Схема досліду

№ вар.	Склад травосуміші (фактор А)	Норма висіву		Рівень біологічного живлення (фактор В)	
		кг/га	млн шт./га	Природна родючість ґрунту (контроль)	Обробка насіння та вегетативної маси (біохелат універсальний)
1	Конюшина лучна	20,0	10		
2	Лядвенець рогатий	14,0	10		
3	Козлятник східний	28,0	4		
4	Конюшина лучна + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна	10,0	5		
		8,0	3		
		5,0	8		
5	Лядвенець рогатий + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна	7,0	5		
		8,0	3		
		5,0	8		
6	Козлятник східний + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна	14,0	2		
		8,0	3		
		5,0	8		

Перед сівбою згідно зі схемою досліду проведено обробку насіння компонентів травосуміші препаратом біохелат універсальний шляхом замочування у 10 % водному розчині препарату (з розрахунку 3 л/т насіння) протягом 3–4 год. Після замочування насіння підсушували та висівали. Також використовували комплекс мікроелементів у хелатній формі біохелат універсальний для позакореневого (листяного) підживлення травостою методом обприскування у фазі кушіння злакових компонентів з нормою внесення 3 л/га.

Погодні умови протягом років досліджень в основному були сприятливими для росту і формування врожаю трав. Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками. Ботанічний склад урожаю досліджуваних травостоїв встановлювали методом аналізу снопів масою 1 кг. Фенологічні спостереження та облік урожаю в кожному укосі на облікових ділянках проводили за ДСТУ 8044:2015 [6]; показники продуктивності за виходом з 1 га сухої маси, кормових одиниць, сирого протеїну визначали за ДСТУ 8044:2015 [7], ДСТУ 8066:2015 [7]. Облік урожаю проводили за методикою Інституту кормів УААН поділячно – ваговим методом. Урожайні дані

оброблено методом дисперсійного аналізу [4]. Хімічні аналізи рослин та ґрунту, змін якості корму й агрохімічних властивостей проведено за загальноприйнятими методиками. Вміст абсолютно сухої речовини визначали шляхом висушування рослинних зразків у термостаті за температури 100–105 °С.

**Результати та обговорення.** Сівбу багаторічних бобових трав та бобово-злакових сумішей проведено 7 травня 2016 р. Як показали наші дослідження, врожайність лучних агрофітоценозів за роками вегетації залежала як від умов температурного режиму і зволоження, так і від біологічних особливостей росту і розвитку вихідних травостоїв. Зокрема, очевидним є позитивний вплив інокуляції насіння багаторічних трав та обробка вегетативної маси мікродобривом біохелат універсальний незалежно від видового складу вихідних травостоїв. Так, у середньому за 2016–2020 рр. найвищу врожайність (9,9 та 10,0 т/га сухої речовини) забезпечило застосування мікродобрива біохелат універсальний на лучному травостої лядвенцю рогатого з пажитницею багаторічною та тимофіївкою лучною і одновидовому посіві лядвенцю рогатого відповідно (табл. 2).

## 2. Урожайність бобових та бобово-злакових агрофітоценозів залежно від складу травостою та рівня живлення, 2016–2020 рр.

№ вар.	Склад травосуміші	Рівень біологічного живлення	Збір сухої речовини, т/га				
			2016	2017	2018	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Конюшина лучна	Природна родючість ґрунту (контроль)	2,7	18,5	12,9	4,1	4,0
2	Лядвенець рогатий		2,0	13,2	13,8	9,4	9,0
3	Козлятник східний		1,3	6,1	6,8	9,2	8,6
4	Конюшина лучна + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		3,2	20,1	13,9	5,3	5,2
5	Лядвенець рогатий + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		2,3	10,5	13,6	10,9	9,1
6	Козлятник східний + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		2,1	9,2	6,5	6,2	6,5

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Конюшина лучна	Обробка насіння та вегетативної маси (біохелат універсальний)	2,9	19,2	13,2	4,2	4,0
8	Лядвенець рогатий		2,2	14,6	14,0	9,6	9,6
9	Козлятник східний		1,3	6,4	6,8	9,3	8,9
10	Конюшина лучна + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		3,4	19,2	14,3	5,4	5,4
11	Лядвенець рогатий + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		2,7	12,2	13,9	11,1	9,7
12	Козлятник східний + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		2,2	9,6	7,2	6,3	6,6
НР <sub>05</sub>			0,8	3,3	1,56	1,31	0,59
Фактор А			1,9	4,5	0,75	0,18	0,09
Фактор АВ			1,1	1,9	0,25	0,10	0,05

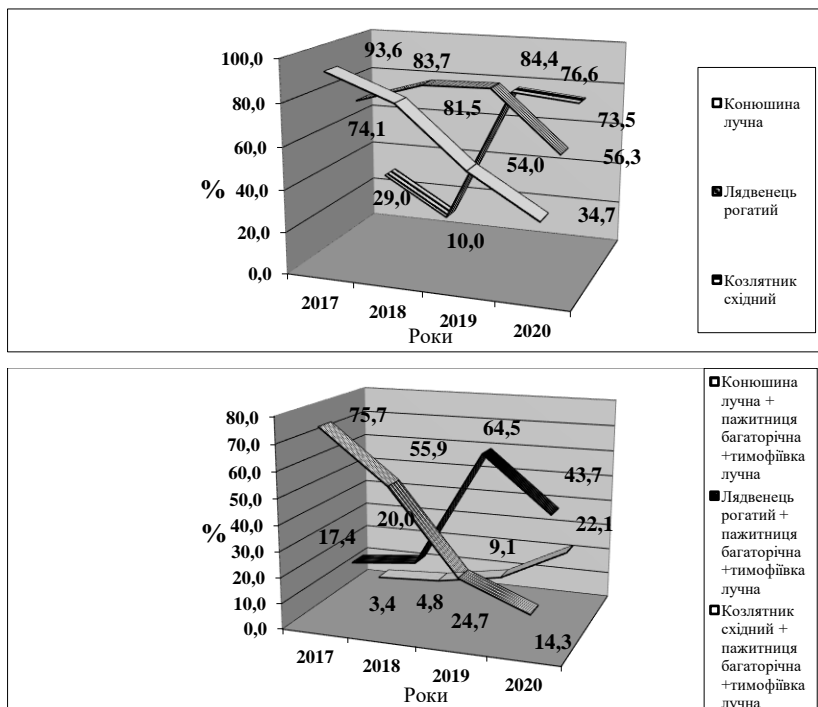
Конюшина лучна в одновидовому посіві та в суміші зі злаками, забезпечивши потужний старт продуктивності у другий рік життя, різко знизила продуктивність на четвертому та п'ятому роках довголіття з 18,5–20,1 т/га сухої речовини на природному фоні живлення та 19,2 т/га за обробки насіння і вегетативної маси біохелатом універсальним до 4,0–5,2 і 4,0–5,4 т/га сухого корму.

На відміну від конюшини лучної, козлятнику східному характерний повільний старт розвитку і продуктивності в одновидових посівах. У суміші зі злаковими травами козлятник східний є неконкурентоспроможний і витісняється злаками з травостою. Лядвенець рогатий, займаючи проміжну позицію, показав протягом 2017–2020 рр. стабільно високу продуктивність, конкурентоспроможність у сумішках, що підтверджують дані динаміки формування лучних агрофітоценозів на рисунку.

Важливим чинником формування продуктивності та кормової цінності лучних агрофітоценозів є їх ботанічний склад, зумовлений метеорологічними і ґрунтовими умовами, віком травостою та удобренням [16].

Як показала динаміка формування I укосу лучних агрофітоценозів протягом 2017–2020 рр. (рис.), для конюшини лучної характерним є високий вміст перші два роки в одновидових посівах (89,7–85,1 %) з подальшим зниженням частки до 51,6 % у 2019 та 29,7 % у 2020 р. Таку ж тенденцію спостерігали і в бобово-злакових сумішках, що пояснює значне зниження врожайності конюшини лучної з роками

незалежно від фону живлення. Травостої лядвенцю рогатого, як одного виду (від 71,7 та 74,1 % у 2017 р. до 55,9 та 56,3 % у 2020 р.), так і в суміші зі злаками (від 22,2 та 20,0 % у 2017 р. до 41,4 та 43,7 % у 2020 р. відповідно на природному фоні і з застосуванням біохелату універсального), відзначилися порівняно з коношиною лучною та козлятником східним сталим за роками насиченням бобовими компонентами.



**Рис. Динаміка насичення I укосу агрофітоценозів бобовими компонентами протягом 2017–2020 рр., %**

Як свідчать результати досліджень ННЦ «Інститут землеробства НААН», багаторічні трави сприяють нагромадженню вмісту гумусу в ґрунті. Так, на початку досліджень його містилося 2,27–2,31 %, а в кінці на контролі без удобрення – 2,33 % [8].

На зниження вмісту гумусу при застосуванні повного мінерального добрива та підвищення вмісту фосфору та калію на фосфорно-калійному фоні, зростання кислотності вказують результати

досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Із внесенням азоту вміст фосфору і калію знижується [9].

У дослідженнях ННЦ «Інститут землеробства НААН» при застосуванні азотних добрив на бобово-злаковий травостій спостерігали зростання вмісту азоту в ґрунті, а на варіантах із внесенням фосфорно-калійних добрив, те ж саме відбувалося за рахунок симбіотичної азотфіксації [12].

Перед закладкою польового досліду проведено агрохімічне обстеження ґрунту дослідного поля з встановленням його кислотності, забезпеченості гумусом, легкогідролізним азотом, рухомих фосфором та обмінним калієм (табл. 3).

### 3. Зміна агрохімічних показників ґрунту залежно від складу агрофітоценозів та рівня живлення трав

Агрофітоценози	Початок досліджень, 2016 р.							2019 р.						
	рН ґрунту	Гідролітична кислотність, мг-екв/100 г ґрунту	Сума вбирних основ	Гумус, %	Легкогідролізний азот, мг/кг	Рухомий фосфор, мг/кг	Обмінний калій, мг/кг	рН ґрунту	Гідролітична кислотність, мг-екв/100 г ґрунту	Сума вбирних основ	Гумус, %	Легкогідролізний азот, азот, мг/кг	Рухомий фосфор, мг/кг	Обмінний калій, мг/кг
1	5,11	2,63	11,47	3,22	160	56,3	66,5	5,13	2,61	11,87	3,26	164	52,4	63,6
2								5,12	2,64	11,78	3,23	172	51,3	64,5
3								5,11	2,64	11,65	3,23	166	52,6	64,5
4								5,12	2,63	11,51	3,27	168	51,4	64,0
5								5,12	2,65	11,49	3,23	169	51,2	64,5
6								5,10	2,62	11,36	3,22	158	54,7	65,7
1*	5,21	2,74	11,93	3,58	182	62,7	68,0	5,21	2,71	11,89	3,61	185	59,6	64,3
2*								5,22	2,72	11,86	3,61	184	60,7	64,8
3*								5,20	2,74	11,78	3,59	189	62,3	64,2
4*								5,21	2,70	11,78	3,61	183	59,8	64,1
5*								5,22	2,71	11,69	3,60	188	61,0	63,9
6*								5,21	2,72	11,68	3,58	167	61,9	65,7

Примітка. \*Обробка насіння та вегетативної маси біохелатом універсальним.

За чотири роки вирощування кормової сировини практично незмінними залишилися рН та гідролітична кислотність ґрунту, сума вбирних основ. Вміст гумусу залишився на попередньому рівні, або показує тенденцію до збільшення на 0,01–0,05 %. Водночас багаторічне вирощування бобових та бобово-злакових травосумішок збільшило насичення ґрунту легкогідролізним азотом (за винятком вихідної сумішки козлятнику східного зі злаками через низьку частку бобового компонента), але знизило вміст рухомого фосфору та обмінного калію, які очевидно винесено біомасою з урожаєм.

Слід відзначити вищий рівень використання багаторічними травами ґрунтових запасів обмінного калію на фоні застосування позакоренево біохелату універсального (від 2,3 до 4,1 мг/кг ґрунту) порівняно з природним агрофоном (0,8–2,9 мг/кг).

Завдяки утворенню багаторічними травами міцної дернини та нагромадженню кореневої маси поповнюються запаси органічної речовини ґрунту, поліпшується його структура. Водночас травосумішки з бобових і злакових трав нагромаджують більше корневих решток порівняно з однорічковими посівами [9].

У посівах багаторічних трав маса підземних органів збільшується з їх віком. Відчуження надземної маси стимулює процес кушіння. У кожного нового пагона злаків формуються свої вузлові корені, і це сприяє більш швидкому утворенню дернини. З часом у ґрунті накопичується велика кількість нерозкладених і напіврозкладених решток [15].

Нашими дослідженнями встановлено, що із поліпшенням умов живлення рослин зменшується кореневий індекс (відношення маси коренів до надземної маси).

За даними табл. 4, на формування кореневої системи травостоїв мали вплив як склад агрофітоценозів, так рівень удобрення. Найбільше корневих решток (8,54 т/га) нагромадилося у трикомпонентній травосумішці з лядвенцю рогатого, пажитниці багаторічної, тимофіївки лучної на природному фоні живлення, хоча найвищий кореневий індекс зафіксовано на травостої конюшини лучної зі злаками (1,10). Обробка вегетативної маси біохелатом універсальним позитивно вплинула на продуктивність кормових агрофітоценозів, але знизила кореневий індекс незалежно від складу травостою.

Результати досліджень Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН свідчать про доцільність застосування позакорневих підживлень травостоїв та передпосівної інокуляції

посівного матеріалу, що забезпечує збільшення рівня врожайності й кормової продуктивності лучних ценозів [29].

#### 4. Нагромадження корневих залишків сіяними агрофітоценозами протягом 2016–2020 рр. залежно від рівня біологічного живлення в шарі ґрунту 0–20 см, т/га

№ вар.	Склад травосуміші	Рівень біологічного живлення	Маса коріння, 2020 р., т/га	Кореневий індекс
1	Конюшина лучна	Природна родючість ґрунту (контроль)	4,24	1,04
2	Лядвенець рогатий		6,99	0,74
3	Козлятник східний		7,12	0,77
4	Конюшина лучна + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		5,84	1,10
5	Лядвенець рогатий + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		8,54	0,78
6	Козлятник східний + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		5,36	0,86
7	Конюшина лучна	Обробка насіння та вегетативної маси (біохелат універсальний)	3,98	0,96
8	Лядвенець рогатий		6,78	0,71
9	Козлятник східний		6,89	0,74
10	Конюшина лучна + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		5,67	1,05
11	Лядвенець рогатий + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		8,35	0,75
12	Козлятник східний + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		5,16	0,82

Нашими дослідженнями встановлено продуктивність лучних агрофітоценозів залежно від складу травостоїв, рівня біологічного живлення.

У середньому за 2016–2020 рр. найвищі параметри продуктивності відзначено у лядвенцю рогатого та конюшини лучної як в одновидових посівах, так і в суміші з пажитницею багаторічною

та тимофіївкою лучною (відповідно 9,3–10,0 та 8,4–9,5 т/га сухої речовини, 5,4–5,7 та 5,1–5,7 т/га кормових одиниць, 0,7–0,8 та 0,7–0,9 т/га перетравного протеїну) (табл. 5).

### 5. Продуктивність бобових та бобово-злакових фітоценозів, середнє за 2016–2020 рр.

№ вар.	Склад травосуміші	Рівень живлення	Збір урожаю лучних травостоїв, т/га		
			сухої речовини	кормових одиниць	перетравного протеїну
1	Конюшина лучна	Природна родючість ґрунту (контроль)	8,4	5,1	0,7
2	Лядвенець рогатий		9,5	5,4	0,7
3	Козлятник східний		6,4	3,4	0,4
4	Конюшина лучна + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		9,5	5,7	0,9
5	Лядвенець рогатий + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		9,3	5,2	0,7
6	Козлятник східний + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна		6,1	3,4	0,4
7	Конюшина лучна		Обробка насіння та вегетативної маси (біохелат універсальний)	8,7	5,3
8	Лядвенець рогатий	10,0		5,7	0,8
9	Козлятник східний	6,6		3,5	0,4
10	Конюшина лучна + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна	9,5		5,7	0,9
11	Лядвенець рогатий + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна	9,9		5,7	0,8
12	Козлятник східний + пажитниця багаторічна + тимофіївка лучна	6,4		3,4	0,4
НІР <sub>05</sub>			0,59–3,3	0,41–1,7	0,04–0,09
Фактор А			0,09–4,5	0,05–2,3	0,01–0,2
Фактор АВ			0,05–1,9	0,02–1,0	0,005–0,01

Інокуляція насіння багаторічних трав і обробка кормової біомаси мікродобривом біохелат універсальний забезпечили

достовірні прирости сухої речовини, кормових одиниць та перетравного протеїну.

Рівень рентабельності вирощування кормової сировини, безумовно, залежить від продуктивності лучних бобових та бобово-злакових агрофітоценозів. Доцільність створення одновидових посівів лядвенцю рогатого та в суміші з пажитницею багаторічною і тимофіївкою лучною підтверджується високими параметрами рентабельності вирощування органічної кормової сировини (від 190,2–248,0 до 268,5–286,9 % незалежно від фону живлення).

**Висновки.** Застосування мікродобрива біохелат універсальний на лучному травостой лядвенцю рогатого з пажитницею багаторічною та тимофіївкою лучною і в одновидовому посіві лядвенцю рогатого у середньому за 2016–2020 рр. забезпечило найвищі параметри продуктивності: 9,3–10,0 т/га сухої речовини, 5,4–5,7 т/га кормових одиниць та 0,7–0,8 т/га перетравного протеїну.

Агрофітоценози лядвенцю рогатого відзначилися порівняно з конюшиною лучною та козлятиком східним сталим за роками насиченням бобовим компонентом (як одновидові – від 71,7 та 74,1 % у 2017 р. до 55,9 та 56,3 % у 2020 р., так і в суміші зі злаками – від 22,2 та 20,0 % у 2017 р. до 41,4 та 43,7 % у 2020 р. відповідно на природному фоні і з застосуванням біохелату універсального).

За чотири роки вирощування кормової сировини практично незмінними залишилися рН та гідролітична кислотність ґрунту, сума вбирних основ. Вміст гумусу показує тенденцію до збільшення на 0,01–0,05 %. Відзначено вищий рівень використання багаторічними травами ґрунтових запасів обмінного калію на фоні застосування позакоренево біохелату універсального (від 2,3 до 4,1 мг/кг ґрунту) порівняно з природним агрофоном (0,8–2,9 мг/кг).

Відзначено збільшення продуктивності лучних агрофітоценозів та зниження кореневого індексу на фоні застосування біохелату універсального для обробки біомаси трав незалежно від складу травостоїв.

Одновидові травостої лядвенцю рогатого та в суміші з пажитницею багаторічною і тимофіївкою лучною незалежно від фону живлення забезпечили в середньому за п'ять років досліджень найвищі показники рентабельності вирощування органічної кормової сировини – від 190,2–248,0 до 268,5–286,9 %.

#### Список використаної літератури

1. Бабич А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 88 с.

#### References

1. Babych A. O. Methods of conducting experiments on fodder production. Vinnytsia, 1994. 88 p.

2. Боговін А. В., Слюсар І. Т., Царенко М. К. Трав'янисті біогеоценози, їхнє поліпшення та раціональне використання. Київ : Аграрна наука, 2005. 360 с.
2. Bohovin A. V., Sliusar I. T., Tsarenko M. K. Herbaceous biogeocenoses, their improvement and rational use. Kyiv : Agrarna nauka, 2005. 360 p.
3. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / Е. Г. Дегодюк та ін. Київ : Урожай, 1992. 318 с.
3. Cultivation of ecologically clean crop production / E. H. Dehodiuk et al. Kyiv : Urozhai, 1992. 318 p.
4. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
4. Analysis of variance and correlation in agriculture and crop production : a textbook / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2008. 272 p.
5. ДСТУ 4674:2006. Сіно. Технічні умови. [Чинний від 2007-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 16 с.
5. DSTU 4674:2006. Hay. Technical specifications. [In force from 2007-10-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2008. 16 p.
6. ДСТУ 8044:2015. Угіддя природні кормові. Методи визначення продуктивності. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 15 с.
6. DSTU 8044:2015. Natural fodder lands. Methods for determining productivity. [In force from 2017-01-01]. Kyiv : SE "UkrNDNC", 2018. 15 p.
7. ДСТУ 8066:2015. Корми для сільськогосподарських тварин. Методи визначення енергоємності і поживності. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 11 с.
7. DSTU 8066:2015. Feed for farm animals. Methods for determining energy content and nutritional value. [In force from 2017-01-01]. Kyiv : SE "UkrNDNC", 2017. 11 p.
8. Зміна показників родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту під різнотипними лучними травостоями / В. Г. Кургак та ін. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 2005. № 32. С. 94–101.
8. Changes in fertility indicators of dark-gray podzolized soil under different types of meadow grasslands / V. H. Kurhak et al. *Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnoho ahrarynoho universytetu*. 2005. No 32. P. 94–101.
9. Зміна родючості ґрунту на довготривалих лучних травостоях залежно від інтенсивності удобрення і використання / М. Т. Ярмолук та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2006. Вип. 48. С. 165–168.
9. Changes in soil fertility on long-term meadow grasslands depending on the intensity of fertilization and use / M. T. Yarmoliuk et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytstvo*. 2006. Issue 48. P. 165–168.
10. Камінський В. Органічне землеробство – шлях до продовольчої безпеки. *Віче*. 2014. № 9. С. 58–61. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/viche\\_2014\\_9\\_34](http://nbuv.gov.ua/UJRN/viche_2014_9_34) (дата звернення: 23.12.2022).
10. Kaminskyi V. Organic farming is the way to food security. *Viche*. 2014. No 9. P. 58–61. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/viche\\_2014\\_9\\_34](http://nbuv.gov.ua/UJRN/viche_2014_9_34) (last accessed: 23.12.2022).
11. Квітко Г. П. Польове кормовиробництво – основа біологічного землеробства. *Зб. наук. пр. ВДАУ*. 2004. Вип. 10. С. 11–13.
11. Kvitko H. P. Field forage production – the basis of biological farming. *Zb. nauk. pr. VDAU*. 2004. Issue 10. P. 11–13.
12. Кургак В. Г., Лук'янець О. П., Малинка Л. В. Вплив системи удобрення травостоїв на родючість ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства UAAN»*. 2005. № 4. С. 92–98.
12. Kurhak V. H., Lukianets O. P., Malynka L. V. Influence of grassland fertilization system on soil fertility. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*. 2005. No 4. P. 92–98.
13. Кургак В. Г. Лучні агрофітоценози. Київ : ДІА, 2010. 374 с.
13. Kurhak V. H. Meadow

14. Кургак В. Г., Волошин В. М. Підвищення ефективності використання багаторічних бобових трав на луках України. *Посібник українського хлібороба «Біологізація землеробства»* : наук.-практ. зб. 2017. Т. 1. С. 288–291.
15. Лук'янець О. П. Вплив видового складу лучних травостоїв на якість корму. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. № 1/2. С. 176–180.
16. Мельник М. І. Динаміка ботанічного складу ранньостиглих травостоїв. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип. 78. С. 82–87.
17. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3. С. 13–17.
18. Організаційно-економічні передумови розвитку органічного кормовиробництва в Україні / О. М. Рибаченко та ін. *Економіка АПК*. 2013. № 10. С. 33.
19. Петриченко В. Ф., Квітко Г. П. Польове травосіяння в системі конвеєрного виробництва кормів в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 3. С. 30–32.
20. Резніченко В. П. Продуктивність козятнику східного порівняно з традиційними кормовими культурами в умовах Північного Степу України. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 274–278.
21. Слюсар С. М. Вплив агротехнічних прийомів вирощування багаторічних трав на родючість ґрунту. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2002. № 1. С. 56–61.
22. Ярмолюк М. Т., Зінчук М. П., Польовий В. М. Культурні пасовища в системі кормовиробництва. Рівне : Волинські обереги, 2003. 292 с.
23. Characterisation of protein and fibre in pulp after biorefining of red clover and perennial ryegrass / V. K. Damborg et al. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation (Trondheim, Norway, 4–6September, 2016). 2016. P. 366–371.
24. Effect of the cultivation of legumes on the dynamics of sod-podzolic soil fertility rate agrophytocenoses. Kyiv : DIA, 2010. 374 p.
14. Kurhak V. H., Voloshyn V. M. Increasing the efficiency of the use of perennial legumes in the meadows of Ukraine. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba «Biologizatsiia zemlerobstva»* : scientific and practical collection. 2017. Vol. 1. P. 288–291.
15. Lukianets O. P. Influence of species composition of meadow grasslands on the quality of fodder. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAA»*. 2009. No 1/2. P. 176–180.
16. Melnyk M. I. Dynamics of the botanical composition of early maturing grasslands. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2014. Issue 78. P 82–87.
17. Olifirovych V. O. Productivity of perennial agrophytocenoses depending on the composition of grass mixtures and the mode of their use. *Visnyk ahranoi nauky*. 2018. No 3. P. 13–17.
18. Organizational and economic prerequisites for the development of organic fodder production in Ukraine / O. M. Rybachenko et al. *Ekonomika APK*. 2013. No 10. P. 33.
19. Petrychenko V. F., Kvitko H. P. Field grass seeding in the system of conveyor production of fodder in Ukraine. *Visnyk ahranoi nauky*. 2004. No 3. P. 30–32.
20. Reznichenko V. P. Productivity of eastern goat grass in comparison with traditional fodder crops in the Northern Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2013. Issue 76. P. 274–278.
21. Sliusar S. M. Influence of agrotechnical methods of growing perennial grasses on soil fertility. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAA»*. 2002. No 1. P. 56–61.
22. Yarmoliuk M. T., Zinchuk M. P., Poliovyi V. M. Cultivated pastures in the system of fodder production. Rivne : Volynski oberehy, 2003. 292 p.
23. Characterisation of protein and fibre in pulp after biorefining of red clover and perennial ryegrass / V. K. Damborg et al. *The multiple roles of grassland in the*

- / U. M. Karbivska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (3). P. 8–12. DOI: 10.15421/2019\_702.
25. Influence of agrotechnical measures on the quality of feed of legume-grass mixtures / U. M. Karbivska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (4). P. 547–551. DOI: 10.15421/2019\_788.
26. Influence of perennial legumes on the productivity of meadow phytocenoses / V. H. Kurhak et al. *Ukrainian Journal Ecology*. 2020. Vol. 10 (6). P. 310–315. DOI: 10.15421/2020\_298.
27. Match clover: optimal selection of clover species / D. B. Hannaway et al. *Sustainable meat and milk production from grasslands* : Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation (Cork, Ireland, 17–21 June, 2018). 2018. P. 218–220.
28. Nilsson-Linde N., Halling M. A., Jansson J. Widening the harvest window with contrasting grass-clover mixtures. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation (Trondheim, Norway, 4–6 September, 2016). 2016. P. 191–193.
29. Petrychenko V. F., Veklenko Y. A., Kovtun K. P. Agroecological aspects of nitrogen fixation intensification for the productivity increase of meadow grass stands on the arable lands of the Forest-Steppe of Ukraine. *Grassland ecology* : VII Book of Proceedings (Banska Bystrica, Slovenska republika, 28–30 November 2007). 2007. P. 234–242.
30. Peyraud J. L., Peeters A. The role of grassland based production system in the protein security. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation (Trondheim, Norway, 4–6 September, 2016). 2016. P. 29–43.
31. The impact of leaf dressing with Kristalon on the productivity of grass-legume mixtures in a 3-cut harvesting regime / Y. Veklenko et al. *Grassland Science in Europe* : Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation (Lublin, Poland, 3–7 June 2012). 2012. P. 196–201.
- European bioeconomy* : Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation (Trondheim, Norway, 4–6 September, 2016). 2016. P. 366–371.
24. Effect of the cultivation of legumes on the dynamics of sod-podzolic soil fertility rate / U. M. Karbivska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (3). P. 8–12. DOI: 10.15421/2019\_702.
25. Influence of agrotechnical measures on the quality of feed of legume-grass mixtures / U. M. Karbivska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (4). P. 547–551. DOI: 10.15421/2019\_788.
26. Influence of perennial legumes on the productivity of meadow phytocenoses / V. H. Kurhak et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (6). P. 310–315. DOI: 10.15421/2020\_298.
27. Match clover: optimal selection of clover species / D. B. Hannaway et al. *Sustainable meat and milk production from grasslands* : Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation (Cork, Ireland, 17–21 June, 2018). 2018. P. 218–220.
28. Nilsson-Linde N., Halling M. A., Jansson J. Widening the harvest window with contrasting grass-clover mixtures. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation (Trondheim, Norway, 4–6 September, 2016). 2016. P. 191–193.
29. Petrychenko V. F., Veklenko Y. A., Kovtun K. P. Agroecological aspects of nitrogen fixation intensification for the productivity increase of meadow grass stands on the arable lands of the Forest-Steppe of Ukraine. *Grassland ecology* : VII Book of Proceedings (Banska Bystrica, Slovenska republika, 28–30 November 2007). 2007. P. 234–242.
30. Peyraud J. L., Peeters A. The role of grassland based production system in the protein security. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation (Trondheim, Norway, 4–6 September, 2016). 2016. P. 29–43.
31. The impact of leaf dressing with

32. Transitional organic forage systems in the southeastern U.S.: Production and nutritive value / J. O. C. Kubesch et al. *Agronomy Journal*. 2022. No 114. P. 1269–1283. DOI: 10.1002/agj2.21001.

33. Yussefi M., Willer H. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends. 2007. 44 p. URL: <https://orgprints.org/id/eprint/10506/1/willeryussefi-2007-p1-44.pdf> (last accessed: 23.12.2022).

Kristalon on the productivity of grass-legume mixtures in a 3-cut harvesting regime / Y. Veklenko et al. *Grassland Science in Europe* : Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation (Lublin, Poland, 3–7 June 2012). 2012. P. 196–201.

32. Transitional organic forage systems in the southeastern U.S.: Production and nutritive value / J. O. C. Kubesch et al. *Agronomy Journal*. 2022. No 114. P. 1269–1283. DOI: 10.1002/agj2.21001.

33. Yussefi M., Willer H. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends. 2007. 44 p. URL: <https://orgprints.org/id/eprint/10506/1/willeryussefi-2007-p1-44.pdf> (last accessed: 23.12.2022).

Отримано 26 грудня 2022 р.  
Погоджено до друку 8 лютого 2023 р.

## **НАКОПИЧЕННЯ ПІСЛЯЖНИВНИХ РЕШТОК У ҐРУНТІ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН**

Досліджено вплив короткоротаційних сівозмін і систем удобрення на нагромадження органічних речовин орного шару чорнозему типового глибокого малогумусного.

Встановлено, що зерно-просапна спеціалізована і зерно-просапна сівозмінні, які на 30 і 20 % насичені соняшником, нагромаджували найбільшу кількість рослинних решток, всього надійшло у ґрунт 31,83 і 30,45 т, а на 1 га сівозмінної площі – відповідно 6,36 і 6,09 т.

Застосування гірчиці білої на сидерат впродовж років досліджень формувало надземну масу, що корелює з кількістю підземної. За плодозмінної сівозмінні сидеральної маси надійшло 3,09 т, за зерно-просапної – 3,06 т, зерно-просапної спеціалізованої – 2,92 т, за просапної – 2,66 т повітряно-сухої органічної маси.

Доведено, що із застосуванням мінеральної системи удобрення кількість післяжнивних решток за вирощування сої становила 2,92 т/га, пшениці озимої – 8,01 т/га, соняшнику – 3,93 т/га, ячменю – 4,60 т/га, кукурудзи – 9,63 т/га, що відповідно на 0,66 т/га сої, 2,37 т/га пшениці озимої, 1,21 т/га соняшнику, 0,91 т/га ячменю, 3,6 т/га кукурудзи більше, ніж у варіанті без добрив. Менша кількість рослинних решток нагромаджувалася на фоні орґано-мінеральної системи удобрення: в агроценозі сої – 2,81 т/га, пшениці озимої – 7,39 т/га, соняшнику – 3,81 т/га, ячменю – 4,36 т/га, кукурудзи – 7,88 т/га.

Загальна кількість новоутвореного гумусу в зерно-просапній сівозміні становила 12,38 т/га, з них 9,40 т/га зазнали мінералізації, баланс органічної речовини позитивний і становить 0,59 т на 1 га сівозмінної площі.

Розрахунки балансу гумусу за просапної сівозмінні засвідчили, що загальна кількість новоутвореного гумусу становить 10,96 т/га, з них 9,85 т/га зазнали мінералізації. Вирощування у просапній сівозміні гороху, соняшнику і кукурудзи призводило до від'ємного балансу органічної речовини ґрунту, що становило відповідно 0,75; 0,65 і 0,17 т/га. Важливо відзначити, що в агроценозі пшениці озимої і соняшнику, попередником якого була пшениця озима, рівень утворення гумусу був позитивним та становив відповідно 0,65 і 1,60 т/га.

Вищі показники за рівнем збагачення ґрунту на гумус виявилися за плодозмінної сівозмінні (+0,42 т/га), зерно-просапної – (+0,59 т/га),

зерно-просапної спеціалізованої – (+0,47 т/га), просапної – (+0,22 т/га).

**Ключові слова:** органічна речовина, органічні добрива, баланс гумусу, кореневі та післяжнивні рештки, сівозміна.

**Mykhailo Voitovyk**

Bila Tserkva National Agrarian University

### **Accumulation of post-harvest residues in the soil in short rotation crop rotations**

The influence of short-rotational crop rotations and fertilization systems on the accumulation of organic substances in the arable layer of a typical deep low-humus chernozem was studied.

It was established that under specialized grain-rowing and grain-rowing crop rotations, which were by 30 and 20 % saturated with sunflower, accumulated the largest amount of plant remains. Totally entered the soil 31.83 and 30.45 t, and per 1 ha of the crop rotation area – 6.36 and 6.09 t respectively.

The application of white mustard as a siderate over the years of research formed the above-ground mass, which correlates with the amount of underground. During the crop rotation, 3.09 tons of siderate mass was received, by the grain-rowing crop rotation – 3.06 tons, specialized grain-rowing crop rotation – 2.92 tons, and for row-rowing crop rotation – 2.66 tons of air-dry organic mass.

It was proved that the application of the mineral fertilization system resulted in the amount of post-harvest residues for growing soybeans – 2.92 t/ha, winter wheat – 8.01 t/ha, sunflower – 3.93 t/ha, barley – 4.60 t/ha, corn – 9.63 t/ha, which is, respectively, 0.66 t/ha of soybeans, 2.37 t/ha of winter wheat, 1.21 t/ha of sunflower, 0.91 t/ha of barley, 3.6 t/ha ha of corn more than in the version without fertilizers. A smaller amount of plant residues accumulated on the background of the organo-mineral fertilization system, in the agrocnosis of soybeans – 2.81 t/ha, winter wheat – 7.39 t/ha, sunflower – 3.81 t/ha, barley – 4.36 t/ha, corn – 7.88 t/ha.

The total amount of newly formed humus in grain-row crop rotation was 12.38 t/ha, of which 9.40 t/ha underwent mineralization, the balance of organic matter is positive and amounts to 0.59 t per 1 ha of crop rotation area.

Calculations of the humus balance for row crop rotation showed that the total amount of newly formed humus is 10.96 t/ha, of which 9.85 t/ha underwent mineralization. Growing peas, sunflowers, and corn in a row rotation led to a negative balance of soil organic matter, which was 0.75; 0.65 and 0.17 t/ha, respectively. It is important to note that in the agrocnosis of winter wheat and sunflower, the predecessor of which was winter wheat, the level of humus formation was positive and was, respectively, 0.65 and 1.60 t/ha.

The highest indicators of the level of soil enrichment by humus were found in crop rotation, which was (+0.42 t/ha), grain-row rotation – (+0.59 t/ha), specialized grain-row crop rotation – (+0.47 t/ha), row crop rotation – (+0.22 t/ha).

**Keywords:** organic matter, organic fertilizers, humus balance, root and post-harvest residues, crop rotation.

**Вступ.** Однією з найважливіших властивостей ґрунту є його родючість, яка формується в процесі ґрунтоутворення й

характеризується сукупністю всіх його показників. Оптимальні умови росту і розвитку рослин забезпечуються завдяки всьому комплексу фізичних, агрохімічних, біологічних властивостей ґрунту, які зазнають значного антропогенного впливу [4].

Органічні речовини ґрунту і їхня основна складова – гумус – є важливими показниками його родючості. Гумус позитивно впливає на агрофізичні властивості ґрунту: збільшується кількість структурних агрегатів, зокрема і водотривких, орний шар має оптимальну будову і щільність, підвищується його водопроникність та вологоємність, ґрунт стає стійкішим проти ерозії [8–10, 12, 20, 21]. Органічні речовини ґрунту утворюються внаслідок розкладання рослинних решток під дією ґрунтових ферментів, мікроорганізмів та мезофауни, що використовують ці рештки як будівельний і енергетичний матеріал [27].

На думку низки вчених, швидкість наростання гумусового шару впродовж 100 років не перевищує 3,5–4,4 мм, для підвищення вмісту гумусу на 0,1 % потрібно щонайменше 15–20 років. В Україні середньорічні втрати гумусу на чорноземних ґрунтах становлять 0,5–0,7 т/га [2, 11]. Це зумовлено зростанням питомої ваги у структурі посівних площ сояшинику, буряків цукрових, скороченням площ під багаторічними травами, зменшенням кількості внесених органічних добрив. Для запобігання зменшенню запасів гумусу та зниженню родючості ґрунтів потрібно контролювати гумусний стан чорноземів, здійснювати обґрунтовані заходи із відновлення та підвищення родючості ґрунтів, не допустити зниження вмісту гумусу [3, 22, 29].

На сьогодні у зв'язку із зменшенням застосування органічних добрив у сільському господарстві зростає використання післяжнивних решток як джерела поповнення органічної речовини у ґрунті. Від загальної кількості післяжнивних решток та терміну їх розкладання значною мірою залежить не лише родючість ґрунту (за рахунок запасів органіки, азоту, зольних елементів живлення рослин), а й урожайність культур сівозміни [1, 18, 28].

Нагромадження рослинних решток у ґрунтах зумовлюється видовим складом, розміщенням та співвідношенням культур у сівозміні. Змінюючи співвідношення площі під різними рослинами, можна певною мірою збільшувати надходження свіжої органічної речовини у ґрунт з рослинними рештками. Варто зазначити, що рослинні рештки містять значну кількість елементів живлення, які можуть використовувати наступні культури сівозміни [24].

Одним з чинників підвищення родючості і продуктивності чорноземів типових глибоких є розроблення системи землеробства з

використанням соломи злакових та бобових культур, стебел кукурудзи і соняшнику, післяжнивних кореневих решток, помірних доз мінеральних добрив у поєднанні з органічними, освоєнням сівозміни з багаторічними травами.

Для розрахунку балансу гумусу в різних сівозмінах було використано метод з врахуванням статті витрат і надходження органічно зв'язаного вуглецю в орному ґрунті, який інтенсивно використовують [6]. Зміни в запасах і балансі гумусу в досліді визначали після закінчення другої ротації сівозміни як під окремими культурами, так і в середньому на гектар сівозміної площі.

Метою досліджень було визначити кількість післяжнивних кореневих решток і новоутвореного гумусу в ґрунті короткоротаційних сівозмін.

**Матеріали і методи.** Дослідження виконували впродовж 2012–2021 рр. на чорноземі типовому глибокому малогумусному дослідного поля Білоцерківського НАУ. У досліді вивчали чотири п'ятищільні короткоротаційні сівозміни (табл. 1). Досліджували чотири системи удобрення: без застосування добрив; органічна – мінеральні добрива не застосовували, вносили на 1 га ріллі 11 т органічних добрив, із них 8 т гною і 3 т – маса сидеральних культур, побічна продукція у перерахунку на гній. Система органічного удобрення розрахована на надходження у ґрунт органічних добрив 11 т/га сівозміної площі за рахунок внутрішніх ресурсів господарства. За орґано-мінеральної системи удобрення обрано природні органічні добрива (11,5 т/га, із них 8 т гною і 3,5 т – побічна продукція, маса сидеральних культур у перерахунку на гній), використання мінеральних добрив у сівозмінах: плодозмінній у нормі 110 кг/га  $N_{27}P_{38}K_{45}$ , зерно-просапній у нормі 116 кг/га –  $N_{38}P_{40}K_{38}$ , зерно-просапній спеціалізованій у нормі 122 кг/га –  $N_{44}P_{37}K_{41}$ , просапній сівозміні в нормі 103 кг/га –  $N_{39}P_{33}K_{31}$ . У варіантах мінеральної системи удобрення пріоритетними стали: мінеральні добрива із внесенням у всіх сівозмінах 8 т гною і в плодозмінній сівозміні 222 кг діючої речовини мінеральних добрив –  $N_{68}P_{72}K_{82}$ , зерно-просапній – 240 кг д. р. мінеральних добрив –  $N_{84}P_{76}K_{80}$ , зерно-просапній спеціалізованій сівозміні – 245 кг д.р. мінеральних добрив –  $N_{87}P_{75}K_{83}$ , у просапній – 234 кг д.р. –  $N_{68}P_{82}K_{84}$ .

Повторність у досліді триразова. Повторення розміщено на площі (території) суцільно, систематично, варіанти удобрення розміщено послідовно в чотири яруси. Площа елементарних ділянок: посівна 171 м<sup>2</sup>, облікова – 112 м<sup>2</sup>. Площа одного поля сівозміни (без захисних смуг) – 7835,5 м<sup>2</sup>.

Середньорічна кількість опадів – 500–550 мм, більша частина яких випадає з квітня до вересня. Середня температура літку 20,5 °С. Вміст гумусу в орному шарі – 3,8 %, легкогідролізного азоту – 110, рухомих сполук фосфору і калію – відповідно 120 і 110 мг/кг ґрунту.

Втрати гумусу з ґрунту розраховували за виносом ґрунтового азоту вирощуваних культур. За розрахунок гумусового балансу приймали, що 60 % азоту, який виносять із ґрунту культури, гумусового походження, тобто це азот гумусу.

Оскільки вміст азоту в гумусі становить приблизно 5 %, множенням показника витрати ґрунтового азоту на 20 розраховували мінералізацію гумусу, враховуючи гранулометричний склад ґрунту і вид досліджуваної культури [13].

Для оцінки балансу гумусу в ґрунті польових сівозмін із застосуванням систем удобрення використовували методику розрахунку Г. Я. Чесняка [19].

Кількість рослинних решток у ґрунті визначали методом Станкова в період збирання врожаю шляхом відбору монолітів на глибині 0–30 см з наступною відмивкою на ситі з діаметром отворів 1,00 мм. Розрахунок кількості надземних пожнивних решток проводили до висоти зрізу рослин (10–15 см). Зрізану побічну продукцію (солому зернових і зернобобових, стебла кукурудзи, соняшнику, гичку буряків цукрових) заробляли у ґрунт. Після збору пшениці проводили підготовку ґрунту до сівби гірчиці білої на сидеральну масу. У кінці вересня – на початку жовтня післяжнивні посіви гірчиці на всіх варіантах заробляли у ґрунт. Щорічно після збирання пшениці озимої в усіх сівозмінах восени вносили гній у нормі 40 т/га. У жовтні здійснювали закладання польового досліду за варіантами і повтореннями.

**Результати та обговорення.** Нині перспективним стає використання побічної продукції як органічних добрив (соломи, гички, рослинних залишків), сидератів [24, 26], а також елементів «тихих технологій»: гумусних, мікробіологічних.

За кількістю нагромаджених у чорноземі типовому рослинних решток перевага була за зерно-просапною спеціалізованою і зерно-просапною сівозміною, які відповідно на 30 і 20 % насичені соняшником (табл. 1). У них всього надійшло у ґрунт рослинних решток 31,83 і 30,45 т, а на 1 га ріллі – відповідно 6,36 і 6,09 т. Найнижча кількість післяжнивних решток нагромаджувалася у просапній сівозміні з 40 % соняшнику, де всього післяжнивні рештки становили 26,35 т, а на 1 га сівозмінної площі – 5,27 т.

1. Нагромадження рослинних решток в 0-30 см шарі ґрунту у сівозмінах абсолютно сухій речовині (2012-2021 рр.), т/га

Номер поля	Плодозмінна			Зернопросапна			Зернопросапна спеціалізована			Просапна						
	Чергування культур	кореневі	поверхневі	Чергування культур	кореневі	поверхневі	Чергування культур	кореневі	поверхневі	Чергування культур	кореневі	поверхневі	Всього			
1	Люцерна	4,44	0,94	5,38	Соя	1,72	0,93	2,65	Гречка	1,76	1,11	2,87	Горох	2,1	1,14	3,21
	Пшениця озима	4,19	2,79	6,98	Пшениця озима	4,12	2,76	6,88	Пшениця озима	3,84	2,63	6,47	Пшениця озима	4,3	2,82	7,0
2	Гірчиця біла	1,88	1,21	3,09	Гірчиця біла	1,86	1,20	3,06	Гірчиця біла	1,72	1,20	2,92	Гірчиця біла	1,6	1,05	2,6
	Буряки цукрові	3,03	0,48	3,51	Соняшник	2,92	0,40	3,32	Кукурудза	5,7	1,36	7,06	Соняшник	2,7	0,39	3,1
3	Соняшник	3,27	0,41	3,68	Ячмінь	2,60	1,58	4,18	Ячмінь	2,38	1,47	3,85	Кукурудза	2,69	0,40	3,09
	Гречка	1,80	1,13	2,93	Гірчиця біла	1,68	1,10	2,78	Гірчиця біла	1,65	1,08	2,73	Кукурудза	5,9	1,4	7,3
5	Ячмінь	2,76	1,67	4,43	Кукурудза	6,20	1,48	7,68	Соняшник	2,46	0,38	2,84	Соняшник	2,5	0,39	2,9
	Всього	21,3	8,6	30,0	Всього	21,1	9,45	30,4	Всього	22,2	9,63	31,8	Всього	19,1	7,21	26,3
На 1 га ріллі		4,27	1,72	6,0	На 1 га ріллі	4,22	1,89	6,09	На 1 га ріллі	4,44	1,92	6,36	На 1 га ріллі	3,8	1,44	5,27

Примітка: НР<sub>05</sub> кореневі рештки – 0,33; НР<sub>03</sub> поверхневі – 1,02; НР<sub>05</sub> всього – 0,52.

У плодозмінній сівозмінні, де соняшник займає 10 % посівної площі, всього надійшло кореневих післяжнивних решток 21,37 т, поверхневих – 8,6, а на 1 га ріллі – відповідно 4,27 і 1,72.

У плодозмінній сівозміні, де соняшник займає 10 % посівної площі, всього надійшло кореневих післяжнивних решток 21,37 т, поверхневих – 8,6, а на 1 га ріллі – відповідно 4,27 і 1,72.

У сівозмінах вирощували культури проміжних посівів на зелене добриво та заробляли побічну продукцію основних, що складають важливу статтю додаткового надходження органічних речовин до орного шару ґрунту.

Використання гірчиці білої на сидерат впродовж років досліджень формувало надземну масу, що корелює з кількістю підземної.

Встановлено істотно сильний зв'язок між урожайністю культур зерно-просапної сівозміни і рослинними рештками, коефіцієнт кореляції  $r=0,94\pm 0,07$ , рівняння регресії  $Y=1,1062x+0,8469$ . Відзначено неістотно середній кореляційний зв'язок між надходженням рослинних решток і вмістом гумусу в шарі ґрунту 0–30 см, коефіцієнт кореляції  $r=0,65\pm 0,53$ , рівняння регресії  $Y=0,3172x+6,0845$ .

За плодозмінної сівозміни сидеральної маси надійшло 3,09 т, за зерно-просапної – 3,06 т, зерно-просапної спеціалізованої – 2,92 т, за просапної – 2,66 т повітряно-сухої органічної маси.

Загальна величина рослинних решток деякою мірою залежить від розміщення культур у сівозмінах. Так, найбільшу масу решток пшениці озимої зафіксовано у просапній сівозміні за сівби її після гороху – 7,08, у плодозмінній сівозміні після люцерни – 6,98 т, у зерно-просапній – 6,88 т.

Невеликі обсяги післяжнивних решток залишають у ґрунті сільськогосподарські культури із слабкою кореневою системою, зокрема соя, після якої їх маса становила 2,65 т, а також гречка – 2,87 т/га.

Найбільше нагромадження органічних решток в орному шарі ґрунту відбулося у зерно-просапній спеціалізованій сівозміні – 6,36 т на 1 га сівозмінної площі, найменша кількість органічних решток надійшла за просапної сівозміни – 5,27 т на гектар ріллі.

Джерелом поповнення гумусу в орних землях є різного виду органічні добрива: гній, компости, торф, зелені добрива, солома та ін. Поряд із органічними добривами ще одну групу органічних речовин, які надходять до ґрунту, складають кореневі і післяжнивні рештки сільськогосподарських культур. Органічні рештки не можна розглядати лише як джерело елементів мінерального живлення,

оскільки за умов інтенсивного землеробства на першій план виступають інші важливі його функції, зокрема забезпечення сприятливих фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту [25, 30].

При розкладанні кореневих та післяжнивних решток зернових культур, у зв'язку з відносно низьким вмістом у їхньому складі азоту, процеси мінералізації переважають над процесами гуміфікації, оскільки безазотні гумусові сполуки нестійкі і досить швидко мінералізуються. Встановлено, що для кореневих решток пшениці озимої коефіцієнт гуміфікації знаходиться в межах 0,15–0,18 (C : N = 35–40 : 1), для соломи – близько 0,10 (C : N = 80 : 1). За рахунок широкого співвідношення у соломі C : N за період її розкладання, мікроорганізми споживають азот мінеральних сполук із ґрунту [14, 16]. Окрім цього, інтенсивність розкладання рослинних залишків суттєво залежить від кількості лігніну, біохімічного складу кожної культури. За осінньо-зимовий період найінтенсивніше розкладалися рештки буряків цукрових – 89–92 %, повільно – залишки багаторічних трав (люцерни) – 23–33 % [15, 28].

Заробляння побічної продукції у ґрунт, внесення гною, мінеральних добрив сприяло збільшенню кількості післяжнивних решток у зерно-просапній сівозміні (табл. 2).

## 2. Нагромадження рослинних решток в 0–30 см шарі ґрунту зернопросапної сівозміни залежно від системи удобрення (2012-2021 рр.), т/га

Система удобрення	Рослинні рештки в абсолютно сухій речовині, т/га		
	кореневі	поверхневі	разом
1	2	3	4
Соя			
Без добрив	1,50	0,76	2,26
Органічна	1,68	0,91	2,59
Органо-мінеральна	1,82	0,99	2,81
Мінеральна	1,89	1,03	2,92
Пшениця озима			
Без добрив	3,27	2,37	5,64
Органічна	3,84	2,63	6,47
Органо-мінеральна	4,47	2,92	7,39
Мінеральна	4,90	3,11	8,01
Соняшник			
Без добрив	2,34	0,38	2,72

1	2	3	4
Органічна	2,69	0,40	3,09
Органо-мінеральна	3,39	0,42	3,81
Мінеральна	3,50	0,43	3,93
Ячмінь			
Без добрив	2,28	1,41	3,69
Органічна	2,50	1,53	4,03
Органо-мінеральна	2,71	1,65	4,36
Мінеральна	2,87	1,73	4,60
Кукурудза			
Без добрив	4,87	1,16	6,03
Органічна	5,78	1,38	7,16
Органо-мінеральна	6,36	1,52	7,88
Мінеральна	7,7	1,86	9,63

Щодо накопичення рослинних решток культурами в сівозміні за різних систем удобрення, слід відзначити, що заробка побічної продукції попередника сприяла збільшенню обсягу рослинних решток порівняно з варіантами без внесення добрив.

Із застосуванням мінеральної системи удобрення кількість післяжнивних решток за вирощування сої становила 2,92 т/га, пшениці озимої – 8,01 т/га, сояшнику – 3,93 т/га, ячменю – 4,60 т/га, кукурудзи – 9,63 т/га, що відповідно на 0,66 т/га сої, 2,37 т/га пшениці озимої, 1,21 т/га сояшнику, 0,91 т/га ячменю, 3,6 т/га кукурудзи більше, ніж у варіанті без добрив.

Застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення сприяло накопиченню мінерального азоту в орному шарі чорнозему типового. Внесення лише мінеральних добрив посилює мінералізацію азоту ґрунту, про що свідчить збільшення вмісту аміачного азоту та зменшення – нітратного на 61,7 % порівняно з контролем [5].

Менша кількість рослинних решток нагромаджувалася на тлі органо-мінеральної системи удобрення: в агроценозі сої 2,81 т/га, пшениці озимої – 7,39 т/га, сояшнику – 3,81 т/га, ячменю – 4,36 т/га, кукурудзи – 7,88 т/га.

Кореневі, післяжнивні рештки, побічна продукція (солома, стебла) та зелена маса гірчиці білої є важливим джерелом поповнення потрібних для живлення рослин поживних речовин. За рахунок біомаси сидератів, соломи і стебел зернових та олійних культур до орного шару ґрунту надходить така ж кількість органічної маси, як після вирощування основних культур сівозміні.

Варто відзначити, що різниця між системами удобрення за кількістю післяжнивних решток у сівозміні на користь органіко-мінеральної порівняно з органічною є мінімальною, вона становить у сої 0,22 т/га, пшениці озимої – 0,92 т/га, соняшнику – 0,72 т/га, ячменю – 0,33 т/га, кукурудзи – 0,72 т/га.

Залишення нетоварної частини врожаю на полі впродовж тривалого застосування різних норм удобрення в польовій сівозміні забезпечуватиме формування додатного балансу гумусу в чорноземі типовому. Застосування мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні забезпечувало б додатний баланс гумусу при залишенні на полі не менше 70 %, за органічної – не менше 30, а за органіко-мінеральної системи удобрення – не менше 50 % нетоварної частини врожаю [17, 29].

Наші розрахунки балансу гумусу в плодозмінній сівозміні показали, що внесення гною в нормі 40 т/га, заробляння побічної продукції (солома пшениці, ячменю, стебел кукурудзи і соняшнику), а також вирощування гірчиці білої на сидерат забезпечило впродовж 10 років нагромадження новоутвореного гумусу 2,07 т/га, а мінералізувалося – 1,64 на гектар сівозмінної площі (табл. 3). Додатний баланс гумусу відзначено в усіх полях сівозміні. Баланс гумусу в середньому у плодозмінній сівозміні позитивний, що становить 0,42 т/га.

### 3. Утворення гумусу в сівозмінах чорнозему типового на 1 га сівозмінної площі (2012–2021 рр.), т/га

Сівозміна	Утворилося гумусу					Мінералізувалося гумусу	Баланс гумусу, ±
	з рослинних решток	з соломи, стебел	із сидератів та гички	з гною	всього		
Плодозмінна	1,14	0,29	0,17	0,46	2,06	1,64	+0,42
Зерно-просапна	1,14	0,68	0,19	0,46	2,47	1,88	+0,59
Зерно-просапна спеціалізована	0,92	0,63	0,18	0,46	2,99	1,73	+0,47
Просапна	0,80	0,67	0,084	0,46	2,19	1,97	+0,22

Розрахунки балансу гумусу в зерно-просапній сівозміні показали, що загальна кількість новоутвореного гумусу становить 12,38 т/га, з них 9,40 т/га зазнали мінералізації, баланс органічної речовини позитивний і становить 0,59 т на 1 га сівозмінної площі. У

сівозміні зазнали мінералізації поля сої – 1,62 т/га, кукурудзи – 2,9 т/га. Найвищі показники за рівнем збагачення ґрунту на гумус виявилися в полях пшениці озимої, сояшнику, ячменю, де надійшла найбільша кількість органічних решток за рахунок гною, рослинних і післяжнивних решток, соломи і сидерату.

Загальна кількість новоутвореного гумусу в зерно-просапній спеціалізованій сівозміні становить 11,03 т/га, 8,66 т/га зазнала мінералізації, баланс органічної речовини гумусу позитивний і становить 0,47 т на 1 га сівозмінної площі.

Відновлення родючості чорноземів має ґрунтуватися на забезпеченні бездефіцитного балансу гумусу та елементів живлення, тобто як мінімум стабілізації їх умісту і запасів [7].

Позитивний баланс органічної речовини відзначено в агроценозах кукурудзи – 2,19 т/га, пшениці озимої – 0,63, ячменю – 0,66 т/га, гречки – 0,53 т/га. В агроценозах сояшнику значна частина гумусу піддається мінералізаційним процесам.

Розрахунки балансу гумусу за просапної сівозміні засвідчили, що загальна кількість новоутвореного гумусу становить 10,96 т/га, з них 9,85 т/га зазнали мінералізації. Вирощування у просапній сівозміні гороху, сояшнику і кукурудзи призводило до від'ємного балансу органічної речовини ґрунту, що становило відповідно 0,75; 0,65 і 0,17 т/га. Важливо відзначити, що в агроценозі пшениці озимої і сояшнику, попередником якого була пшениця озима, рівень утворення гумусу був позитивним та становив відповідно 0,65 і 1,60 т/га.

Вищі показники за рівнем збагачення ґрунту на гумус виявилися у зерно-просапній сівозміні, що становило +0,59 т/га, зерно-просапній спеціалізованій – (+0,47 т/га), плодозмінній – (+0,42 т/га). У цих сівозмінах надійшла найбільша кількість органічних речовин за рахунок рослинних і післяжнивних решток, соломи, сидерату, гною. За просапної сівозміні надійшло 0,22 т/га органічних речовин, що менше на 62,7 % ніж за зерно-просапної. Пояснюється це тим, що у просапній сівозміні, де вирощували два поля сояшнику та одне поле кукурудзи, відбулися найбільші мінералізаційні процеси в ґрунті.

**Висновки.** Найбільше накопичення органічних решток у шарі ґрунту 0–30 см відбулося за зерно-просапної спеціалізованої сівозміні – 6,36 т на 1 гектар сівозмінної площі, найменша кількість органічних решток надійшла за просапної сівозміні – 5,27 т на гектар ріллі.

Вирощування культур у сівозміні за органічної та органо-мінеральної систем удобрення, використання побічної продукції

приводить до збільшення кількості рослинних решток та, як наслідок, до поповнення органічної речовини порівняно з варіантом без застосування добрив.

Вищі показники за рівнем збагачення ґрунту на гумус виявилися за плодозмінної сівозміни, що становило +0,42 т/га, зерно-просапної – (+0,59 т/га), зерно-просапної спеціалізованої – (+0,47 т/га), просапної – (+0,22 т/га).

#### Список використаної літератури

1. Балаєв А. Д., Гаврилук М. В., Стопа В. П. Родючість чорноземів Лісостепу за використання мінімізації обробітку ґрунту і елементів біологізації землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2013. № 1. С. 8–11.

2. Богданович Р. П., Олійник В. С. Вплив надходження рослинних решток культур короткоротаційної сівозміни на вміст рухомих гумусових речовин в чорноземі типовому легкосуглинковому Правобережного Лісостепу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 20–24.

3. Булигін С. Ю., Дегтярьов В. В., Кронін С. В. Гумусовий стан чорноземів України. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 2. С. 13–16.

4. Вплив екологізованих систем удобрення на родючість сірого лісового ґрунту та врожайність пшениці озимої / О. Л. Дубицький та ін. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 9. С. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202109-08>.

5. Вплив систем удобрення на органічну речовину та агрохімічні показники чорнозему типового / Є. В. Скрильник та ін. *Агрохімія і ґрунтознавство* : міжвід. темат. наук. зб. 2019. Вип. 88. С. 74–78. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-10>.

6. Гумусний стан чорнозему типового за різних способів обробітку в агроценозах Лівобережного Лісостепу / О. В. Демиденко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 4. С. 58–62.

7. Гумусованість і фізико-хімічні властивості чорноземів Лісостепу за мінімізації обробітків і біологізації системи

#### References

1. Balaiev A. D., Havryliuk M. V., Stopa V. P. Fertility of chomozems of the Forest-Steppe using minimization of tillage and elements of biologization of agriculture. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2013. No. 1. P. 8–11.

2. Bohdanovych R. P., Oliinyk V. S. The effect of the income of plant residues of short-rotation crops on the content of mobile humic substances in the typical light-loamy chornozem of the Right-Bank Forest-Steppe. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2014. Issue 21. P. 20–24.

3. Bulyhin S. Yu., Dehtiarov V. V., Kronin S. V. Humus condition of chornozems of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2007. No. 2. P. 13–16.

4. The influence of environmentally friendly fertilization systems on the fertility of gray forestal soil and the yield of winter wheat / O. L. Dubytskyi et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2021. No. 9. P. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202109-08>.

5. The influence of fertilization systems on organic matter and agrochemical indicators of typical chornozem / Ye. V. Skrylnyk et al. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2019. Issue 88. P. 74–78. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-10>.

6. The humus state of typical chornozem under different cultivation methods in the agrocenoses of the Left-Bank Forest-Steppe / O. V. Demydenko et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2014. No. 4. P. 58–62.

7. Humus content and physico-

удобрення / А. Д. Балаєв та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11. С. 24–31. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-03>.

8. Доценко О. В. Гумусний стан чорнозему типового під впливом тривалого внесення добрив. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 12. С. 75–76.

9. Євтушенко Т. В., Тонха О. Л. Уміст і запаси гумусу залежно від удобрення і обробітку чорнозему типового. *Науковий вісник НУБіП України*. 2017. № 269. С. 168–176.

10. Мазур Г. А. Продуктивність агроценозу як функція рівня відтворення родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 12. С. 75–76.

11. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / М. В. Присяжнюк та ін. ; Міністерство аграрної політики України та ін. Київ, 2010. 112 с.

12. Піковська О. В., Вітвіцька О. І. Вплив застосування соломи на показники родючості чорнозему типового. *Науковий вісник НУБіП України. Серія : Агрономія*. 2016. Вип. 235. С. 160–166.

13. Попов П. Д., Хохлов В. Ю., Егоров А. А. Органическое удобрение : справочник. Москва : Агропромиздат, 1988. С. 18–21.

14. Сівозміни у землеробстві України / за ред. Сайка В. Ф., Бойка П. І. Київ : Аграрна наука, 2002. 146 с.

15. Ступенко О. В. Вплив внесення соломи і сидератів на баланс азоту мінеральних добрив і продуктивність культур. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 4. С. 23–26.

16. Ткачук В. П., Трофименко П. І. Вміст гумусу за різного використання дерново-підзолистого супіщаного ґрунту та обсяги емісійних втрат CO<sub>2</sub>. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 2 (84). DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.007>

17. Центило Л. В. Параметри вмісту гумусу в чорноземі типовому залежно від агровиробничого використання. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 2 (78). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.0>

chemical properties of Forest-Steppe chernozems with minimization of tillage and biologization of the fertilization system / A. D. Balaiev et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. No. 11. P. 24–31. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-03>.

8. Dotsenko O. V. The humus condition of typical chernozem under the influence of long-term fertilization. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2012. No. 12. P. 75–76.

9. Yevtushenko T. V., Tonkha O. L. The content and reserves of humus, depending on the fertilization and processing of typical chernozem. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*. 2017. No. 269. P. 168–176.

10. Mazur H. A. Productivity of agroecosis as a function of the level of reproduction of soil fertility. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2012. No. 12. P. 75–76.

11. National report on the state of soil fertility in Ukraine / M. V. Prysiazhniuk et al. ; Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy et al. Kyiv, 2010. 112 p.

12. Pikovska O. V., Vitvitska O. I. The influence of the use of straw on the fertility indicators of typical chernozem. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya : Ahronomiia*. 2016. Issue 235. P. 160–166.

13. Popov P. D., Khokhlov V. Yu., Ehorov A. A. Organic fertilizer : a handbook. Moscow : Agropromizdat, 1988. P. 18–21.

14. Crop rotations in agriculture of Ukraine / za red. Saika V. F., Boika P. I. Kyiv : Ahrarna nauka, 2002. 146 p.

15. Stupenko O. V. The influence of straw and siderates on the nitrogen balance of mineral fertilizers and the productivity of crops. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2005. No. 4. P. 23–26.

16. Tkachuk V. P., Trofymenko P. I. Humus content for different uses of sod-podzolic sandy soil and volumes of CO<sub>2</sub> emission losses. *Naukovyi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2020. No. 2 (84). DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.007>.

17. Tsentylo L. V. Parameters of humus content in typical chernozem depending on agricultural use.

17. Цилорик О. І. Накопичення післяжнивних решток польових культур у ґрунті сівозміни Степу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УАН»*. 2007. Вип. 2. С. 40–46.
18. Чесняк Г. Я., Бацула О. О., Дерев'яно Р. Г. Параметри гумусного стану ґрунтів. *Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті*. Київ : Урожай, 1987. 125 с.
19. Чумак В. С., Цилорик О. І., Федоренко І. Є. Накопичення поживно-корисних решток та продуктивність сівозмін в умовах Північного Степу. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2005. № 26/27. С. 24–28.
20. Чумак В. С. Наукове обґрунтування ефективності сівозмін і добрив в Північному Степу України : дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.01 / Дніпр. аграр. ун-т. Д., 2001. 435 с.
21. Effect of conservation tillage on crop productivity and nitrogen use efficiency / D. Jug et al. *Soil and Tillage Research*. 2019. Vol. 194. 104327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104327>.
22. Factors controlling soil organic carbon and total nitrogen stocks following afforestation with Robinia pseudoacacia on cropland across China / Yangzhou Xiang et al. *Forest Ecology and Management*. 2021. V. 494. 119274. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119274>.
23. Hai L., Li X. G., Guggenberger G. Long-term fertilization and manuring effects on physically-separated soil organic matter pools under a wheat-wheat-maize system in an arid region of China. *Soil Biology Biochemistry*. 2010. V. 42, № 2. P. 253–259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.10.023>.
24. Increasing organic stocks in agricultural soils: knowledge gaps and potential innovations / C. Chenu et al. *Soil and Tillage Research*. 2019. Vol. 188. P. 41–52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.04.011>.
25. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China / Enke Liu et al. *Geoderma*. 2010. V. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2019. No 2 (78). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.017>.
26. Tsyliuryk O. I. Accumulation of post-harvest residues of field crops in the soil of the Steppe crop rotation. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*. 2007. Issue 2. P. 40–46.
27. Chesniak H. Ya., Batsula O. O., Derevianko R. H. Parameters of the humus condition of soils. *Zabezpechennia bezdefitsytnoho balansu humusu v grunti*. Kyiv : Urozhai, 1987. 125 p.
28. Chumak V. S., Tsyliuryk O. I., Fedorenko I. Ye. Accumulation of crop and root residues and productivity of crop rotations in the conditions of the Northern Steppe. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva*. 2005. No. 26/27. P. 24–28.
29. Chumak V. S. Scientific substantiation of the effectiveness of crop rotations and fertilizers in the Northern Steppe of Ukraine : dissertation ... dr. agric. sciences : 06.01.01 / Dnipr. agrar. un-t. D., 2001. 435 p.
30. Effect of conservation tillage on crop productivity and nitrogen use efficiency / D. Jug et al. *Soil and Tillage Research*. 2019. Vol. 194. 104327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104327>.
31. Factors controlling soil organic carbon and total nitrogen stocks following afforestation with Robinia pseudoacacia on cropland across China / Yangzhou Xiang et al. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 494. 119274. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119274>.
32. Hai L., Li X. G., Guggenberger G. Long-term fertilization and manuring effects on physically-separated soil organic matter pools under a wheat-wheat-maize system in an arid region of China. *Soil Biology Biochemistry*. 2010. V. 42, No. 2. P. 253–259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.10.023>.
33. Increasing organic stocks in agricultural soils: knowledge gaps and potential innovations / C. Chenu et al. *Soil and Tillage Research*. 2019. Vol. 188. P. 41–52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.04.011>.
34. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China / Enke Liu et al. *Geoderma*. 2010. V.

158, № 3/4. P. 173–180. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.04.029>.

27. Long-term straw management and N fertilizer rate effects on quantity and quality of organic C and N and some chemical properties in two contrasting soils in Western Canada / Sukhdev S. Malhi et al. *Biology and Fertility of Soils*. 2011. V. 47, № 7. P. 785–800. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-011-0587-8>.

28. Optimization of plant densities of dolichos (*Dolichos lablab* L. var. *lignosus*) bean in the Right-Bank of Forest-Steppe of Ukraine / I. Bobos et al. *Agronomy Research*. 2019. V. 17, Is. 6. P. 2195–2202. DOI: <https://doi.org/10.15159/ar.19.223>.

29. The crop residue conundrum: Maintaining Long-term soil organic carbon stocks while reinforcing the bioeconomy, compatible endeavors / C. Andrade Diaz et al. *Applied Energy*. 2023. Vol. 329. 120192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120192>.

30. West T. O., Six J. Considering the influence of sequestration duration and carbon saturation on estimates of soil carbon capacity. *Climatic Change*. 2007. V. 80, № 1/2. P. 25–41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9173-8>.

*and Tillage Research*. 2019. Vol. 188. P. 41–52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still-2018.04.011>.

26. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China / Enke Liu et al. *Geoderma*. 2010. Vol. 158, No. 3/4. P. 173–180. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.04.029>.

27. Long-term straw management and N fertilizer rate effects on quantity and quality of organic C and N and some chemical properties in two contrasting soils in Western Canada / Sukhdev S. Malhi et al. *Biology and Fertility of Soils*. 2011. Vol. 47, No. 7. P. 785–800. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-011-0587-8>.

28. Optimization of plant densities of dolichos (*Dolichos lablab* L. var. *lignosus*) bean in the Right-Bank of Forest-Steppe of Ukraine / I. Bobos et al. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17, Is. 6. P. 2195–2202. DOI: <https://doi.org/10.15159/ar.19.223>.

29. The crop residue conundrum: Maintaining Long-term soil organic carbon stocks while reinforcing the bioeconomy, compatible endeavors / C. Andrade Diaz et al. *Applied Energy*. 2023. Vol. 329. 120192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120192>.

30. West T. O., Six J. Considering the influence of sequestration duration and carbon saturation on estimates of soil carbon capacity. *Climatic Change*. 2007. Vol. 80, No. 1/2. P. 25–41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9173-8>.

Отримано 5 січня 2023 р.  
Погоджено до друку 7 лютого 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-1-4

УДК 631.42:631.41:631.43:631.445.2:631.582:631.61

**О. С. ГАВРИШКО, Ю. М. ОЛІФІР, А. Й. ГАБРИЄЛЬ**, кандидати с.-г. наук

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

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

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

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗМІН ВЛАСТИВОСТЕЙ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНОГО ҐРУНТУ У РІЗНИХ РОТАЦІЯХ СІВОЗМІНИ ЗА ДОВГОТРИВАЛОГО АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ**

Для оптимізації використання ясно-сірого лісового поверхнево оглесного ґрунту в умовах Західного Лісостепу пріоритетними залишаються зниження кислотності, внесення органічних та мінеральних добрив, що водночас забезпечує науково обґрунтоване ведення землеробства. Інтенсивне ведення сільського господарства в Україні супроводжується трансформацією основних властивостей та режимів ґрунтів. Однак на сьогодні стихійним ознакам трансформаційного розвитку ґрунтів і формування їхньої родючості потрібно протиставити науковообґрунтовану систему управління цими процесами.

Дослідження стосуються порівняльної оцінки зміни агрохімічних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглесного ґрунту за 25-річний період його використання в системі інтенсивного землеробства (кінець IV ротації семипільної сівозміни та кінець IX ротації чотирипільної сівозміни).

Довготривале використання різних систем удобрення та періодичного вапнування ясно-сірого лісового поверхнево оглесного ґрунту, як у IV, так і IX ротаціях стаціонарного дослідження показали значне переважання дуже дрібних агрегатів у ґрунті розміром 0,25–0,1 мм над великими агрегатами розміром 5–10 мм. За органо-мінеральної системи удобрення та періодичного вапнування 1,0 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг на кінець IX ротації вміст агрегатів розміром 5–10 мм майже у вісім разів перевищує дуже дрібні та середні часточки розміром 0,25–3,0 мм. Крім того, за даної системи удобрення спостерігається майже однакове співвідношення дуже дрібної фракції над великою. На контролі без добрив і за внесення в ґрунт лише мінеральних добрив помітно зросла кількість агрегатів 0,25–0,1 мм, що свідчить про погіршення водостійкості структури.

Результати наукових досліджень свідчать, що зміна лісових ценозів агроценозами позитивно вплинула на кислотно-основні властивості ясно-сірого лісового поверхнево оглесного ґрунту. За 25-річний період внесення в ґрунт однієї норми мінеральних добрив ( $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ ), 10 т/га гною на фоні 1,0 н

© Гавришко О. С., Оліфір Ю. М.,  
Габриєль А. Й., Партика Т. В., 2023

$\text{CaCO}_3$  показник  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  в обох ротаціях є слабокислим (5,18–5,51). Показник  $\text{H}^+$  в обох ротаціях на відміну від контролю коливався від низької до середньої величини з максимальними значеннями в середній частині профілю. В обох ротаціях на контролі та за різних систем удобрення спостерігали акумуляцію вмісту гумусу лише у верхніх шарах ґрунту. Нижчі горизонти є безгумусними (< 1 %).

**Ключові слова:** ясно-сірий лісовий поверхнево оглєсений ґрунт, профіль, горизонт, структура, удобрення, вапнування, властивості.

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

Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

### **Comparative analysis of changes in properties of light-gray forestal surface-gleyed soil in different crop rotations under long-term anthropogenic influence**

To optimize the use of light-gray forestal surface-gleyed soil in the conditions of the Western Forest-Steppe, reducing acidity, applying organic and mineral fertilizers, which at the same time ensures scientifically based farming, remain priorities. The intensive management of agriculture in Ukraine transforms the main properties and regimes of soils. However, today, the spontaneous signs of the transformational development of soils and the formation of their fertility must be contrasted with a scientifically based system of management of these processes.

The research concerns the comparative assessment of changes in the agrochemical properties of the light-gray forestal surface-gleyed soil over the 25-year period of its use in the system of intensive agriculture (end IV rotation of seven-field crop rotation and end of IX rotation of four-field crop rotation).

Long-term use of different fertilising systems and periodic liming of light-gray forestal surface-gleyed soil in both 4th and 9th crop rotations showed a significant predominance of very fine 0.25–1.0 mm soil aggregates over coarse 5–10 mm units in a stationary experiment. Under the organo-mineral system of fertilisation and periodic liming with 1,0 n  $\text{CaCO}_3$  by hydrolytic acidity at the end of the 9th rotation, the content of coarse aggregates is almost eight times more than the very fine and medium 0.25–3.0 mm aggregates. Also, there is almost the same ratio of the very fine fraction over the coarse fraction under this fertilising system. In control (without fertilisers) and when applying the mineral fertilisers, the content of 0.25–1.0 mm fraction noticeably increases, which indicates a deterioration of the water-resistance of the structure.

The results of the research showed that the replacement of forest cenoses with agrocenoses had a positive effect on the acid-base properties of light-gray forestal surface-gleyed soil. Over a long-term 25-year period of application of one norm of mineral fertilisers ( $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ ) and 10 t/ha of manure on the background of 1,0 n  $\text{CaCO}_3$ , the  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  is slightly acidic (5.18–5.51) in both rotations. The hydrolytic acidity in both rotations, in contrast to the control, ranges from low to medium with maximum values in the middle part of the profile. Accumulation of humus content is observed only in the upper soil layers in both rotations under control and with different fertilising systems. Below horizons are humus-free (<1 %).

**Keywords:** light-gray forestal surface-gleyed soil, profile, horizon, structure, fertilizers, liming, properties.

**Вступ.** Інтенсивне ведення сільського господарства в Україні супроводжується трансформацією основних властивостей та режимів ґрунтів. Однак, на сьогодні стихійним процесам трансформаційного розвитку ґрунтів і формування їхньої родючості необхідно протиставити науково обґрунтовану систему управління цими процесами [9, 17, 18, 25].

Управління родючістю передбачає постійну корекцію меліоративних, технологічних заходів у строгій відповідності до зміни клімату, перебігу ґрунтових процесів і режимів, фізіологічних потреб рослин, ринку [14, 21]. Тому в контексті стійкості агроєкосистем і збереження родючості необхідним є отримання об'єктивних результатів дослідження стану агроєкосистем під впливом різних агрозаходів для збалансованого використання їх ресурсів [4, 5, 20].

Для розв'язання цієї проблеми важливим є комплексне порівняння розвитку агрогенно-трансформованих та відносно природних ґрунтів, а також інтерпретація даних, пов'язаних із попередніми дослідженнями [7, 13, 16, 22, 26, 27, 29].

За даними Снітинського, Díaz та ін., одним із пріоритетних викликів для сучасного ґрунтознавства є збереження багатofункціональності екосистем ґрунту, сприяючи тим самим оптимізації живлення сільськогосподарських культур. Для сучасного управління ґрунтовими ресурсами в агроєкосистемах є характерним лінійний принцип, тоді як процеси, що відбуваються в природних системах, характеризуються циклічністю. Ліквідація циклічності, яка є специфічною для розвитку екосистем, агрогенними факторами порушує циклічність розвитку ґрунту. Це спричинює проблеми у збереженні родючості ґрунтів [2, 5].

Спектр досліджень, що стосуються агрогенної трансформації ґрунтів, дуже широкий [3, 11, 15, 23]. Однак дослідження зосереджувались насамперед на зміні властивостей верхніх гумусових горизонтів (0–30–45 см). При цьому припускали, що зміни, які відбуваються на глибині 100–150 см є наслідком впливу тривалого (50 років і більше) обробітку ґрунту. В інших дослідженнях вивчали вплив довготривалого мінерального удобрення на структуру ґрунту, стверджуючи, що структура малогумусних глеюватих ґрунтів більш стійка у кислотній реакції середовища, тому що в її утворенні беруть участь не кальцій, а оксиди алюмінію і заліза [1, 10, 12, 28, 30].

Щоб оцінити трансформацію властивостей ґрунту, які відбуваються в агроєкосистемах, важливо зрозуміти, наскільки

змінились ґрунти порівняно з природним фоновим ґрунтом. Ченьдев та ін. [8, 10] застосували подібний підхід у дослідженнях ґрунтів, базуючись на прикладі історичного розвитку лісових ландшафтів у США та Росії. Вони зазначали, що тривалий обробіток ґрунту в першу чергу дуже змінив морфологію ґрунту, його хімічні та фізичні властивості. Бай та ін. також наголошують на важливості часової тривалості [6, 24, 19].

Об'єктивну інформацію про стан і зміни агроєкосистем, окремих її компонентів під впливом різних антропогенних навантажень можна отримати тільки в базових стаціонарних дослідях.

**Матеріали і методи.** Науково-дослідну роботу виконували в класичному стаціонарному досліді (49°47'53.9"N, 23°52'27.2"E), закладеному в 1965 р. у відділі агрохімії та ґрунтознавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Дослід занесено у Реєстр довгострокових стаціонарних польових дослідів НААН (атестат реєстрації НААН № 29). Тип ґрунту дослідної ділянки ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний. З часу закладки дослід пройшов п'ять семипільних ротацій. На теперішній час дослідження ведуться у чотирипільній ротації.

Стаціонарний дослід розміщений в натурі на трьох полях, кожне з яких налічує 18 варіантів у триразовому повторенні. Розташування варіантів одноярусне, послідовне. Загальна площа ділянки становить 168 м<sup>2</sup>, облікова – 100 м<sup>2</sup>. Агротехніка вирощування культур, обробіток ґрунту і догляд за посівами загальноприйняті для умов зони Західного Лісостепу України.

Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту до закладки дослідів така: вміст гумусу (за Тюрніним) 1,42 %, рН<sub>KCl</sub> 4,2, гідролітична кислотність (за Каппеном) 4,5, обмінна (за Соколовим) – 0,6 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію 60,0, рухомого фосфору (за Кірсановим) і обмінного калію (за Масловою) – відповідно 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту.

У досліді застосовували напівперепрілий гній ВРХ на солом'яній підстилці, аміачну селітру (34,5 %), гранульований суперфосфат (19,5 %), калійну сіль (40 %), нітроамофоску (NPK по 16 %) (при використанні нітроамофоски вміст NPK збалансовували згідно з рівнями удобрення простими добривами). Гній у семипільній ротації з розрахунку 10 і 20 т/га сівозмінної площі вносили під картоплю і буряки цукрові, у чотирипільній – під кукурудзу. Фосфорно-калійні добрива вносили восени, азотні – під передпосівну культивування. Вапнування у I–V ротаціях згідно зі схемою дослідів у семипільній сівозміні проводили під картоплю; у чотирипільній

ротації – під кукурудзу на силос, у якій також відкоригована доза внесення добрив під культури сівозміни, не порушуючи змісту варіантів. Як вапнякові матеріали використовували вапнякове борошно (90 % CaO). Починаючи з VIII ротації (2008–2011) другий укіс конюшини лучної заорювали добриво на всіх варіантах досліду.

У статті представлено результати досліджень на кінець IV ротації семипільної сівозміни (картопля – ячмінь ярий з підсівом конюшини – конюшина лучна – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на силос – пшениця озима) у варіантах: абсолютного контролю без внесення добрив (К), органо-мінеральної системи удобрення (10 т/га сівозмінної площі гною + N<sub>70</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) на фоні періодичного вапнування 1,0 н CaCO<sub>3</sub> за гідролітичною кислотністю (6,0 т/га вапнякового борошна) (ОМ) та мінеральної (N<sub>140</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>) систем удобрення (М).

Дослідження на кінець IX ротації чотирипільної сівозміни (кукурудза на силос – ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної – конюшина лучна – пшениця озима) проводили у варіантах: абсолютного контролю без внесення добрив (К), органо-мінеральної системи удобрення (10 т/га сівозмінної площі гною + N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub>) на фоні періодичного вапнування 1,0 н CaCO<sub>3</sub> за гідролітичною кислотністю (6,0 т/га вапнякового борошна) (ОМ) та мінеральної (N<sub>65</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub>) системи удобрення (М).

Для порівняння трансформації властивостей ґрунту за тривалого антропогенного впливу у природному стані закладено (2015 р.) додатковий розріз під лісовим масивом (Л) (49°47'53.4"N 23°52'36.7"E).

Для детального морфологічного опису і визначення розміру частинок ґрунту застосовували Керівництво з опису ґрунтів (2006).

Аналітичні роботи виконували в агрохімічній лабораторії (свідоцтво атестації № РЛ 009/22 від 07.02.2022 р., видане ДП «Львівстандартметрологія») Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Дослідження трансформації структурно-агрегатного складу верхнього шару ґрунту за різних систем удобрення і періодичного вапнування виконували ситовим методом у модифікації Саввінова (ДСТУ 4744–2007), який складався з двох послідовних етапів. Просіювання середнього зразка ґрунту № 1 на ситах у сухому стані (сухе просіювання), в результаті чого структурні окремість ґрунту розпадаються на макроагрегати різного розміру. У нашому випадку для аналізу були відібрані великі агрегати розміром 5–10 мм та дуже маленькі й середні агрегати розміром 0,25–3,0 мм. На кожному ситі збирається одна фракція макроагрегатів, вміст якої у ґрунті

розраховується відносно маси середнього зразка. Другий етап полягав у замочуванні середнього зразка ґрунту № 2 та просіюванні на ситах у воді (мокре просіювання) з метою розділення водостійких макроагрегатів на великі розміром 5–10 мм і дуже маленькі розміром 0,25–1,0 мм фракції.

Зразки ґрунтового профілю для визначення агрохімічних властивостей на досліджуваних варіантах відбирали з кожного генетичного горизонту та готували до аналізів згідно з ДСТУ 4287:2004 та ДСТУ ISO 11464–2001. рН сольової витяжки вимірювали потенціометричним методом згідно з ДСТУ ISO 10390-2001, гідролітичну кислотність (Нг) – методом Каппена у модифікації ЦИАО (ДСТУ 26212–91), рухомий алюміній ( $Al^{3+}$ ) – за Соколовим (ДСТУ 26485–85), суму увібраних основ (Ca+Mg) – згідно з ДСТУ ISO 11260–2001, вміст гумусу – методом Тюріна в модифікації Нікітіна (ДСТУ 4732–2007).

Статистичну обробку отриманих результатів дослідження проводили за допомогою програмного забезпечення OriginPro 2019b (OriginLab Corporation, США, 2019). Дані порівнювали за допомогою тесту Тьюкі. Відмінності між зразками вважали статистично значущими при  $P < 0,05$ . Дані в таблицях представлені у вигляді середнього арифметичного зі стандартним відхиленням ( $\bar{x} \pm SD$ ).

**Результати та обговорення.** Аналіз структурно-агрегатного складу ґрунту показав, що на контролі (К) у IV ротації сівозміни в результаті сухого просіювання вміст великих агрегатів розміром 5–10 мм та дуже маленьких і середніх розмірів 0,25–3,0 мм є майже однаковим 42,5 і 45,2 %, що свідчить про високий ступінь структурності ґрунтів. На кінець IX ротації кількість великих (65,6 %) агрегатів значно перевищує кількість дуже маленьких і середніх (25,8 %) та є близькими до ґрунту під лісом (розріз № 1). За результатами мокрого просіювання спостерігається значне переважання дуже маленьких агрегатів розміром 0,25–1,0 мм над великими агрегатами (5–10 мм) за IV ротацію (44,8 і 12,0 % відповідно) при майже однаковому їх співвідношенні у ґрунті на кінець IX ротації (27,8 і 26,6 % відповідно). Кількість дуже дрібної фракції у підорному горизонті ґрунту, як IV, так і IX ротаціях помітно зростає, що свідчить про погіршення водостійкості структури (табл. 1).

За органо-мінеральної системи удобрення і періодичного вапнування  $1,0 CaCO_3$  за Нг (ОМ), також, як і на контролі, в результаті сухого просіювання вміст великих агрегатів (5–10 мм), дуже маленьких і середніх розміром 0,25–3,0 мм на кінець IV ротації є майже однаковим (48,1 і 42,5 % відповідно). За аналогічної системи

удобрення на кінець IX ротації, вміст великих агрегатів (5–10 мм) в орному горизонті майже у вісім разів переважає над середніми й дуже маленькими агрегатами розміром 0,25–3,0 мм і становить відповідно 81,1 і 11,3 %. Результати мокрого просіювання майже повністю корелюють з контролем – значне переважання дрібної фракції (0,25–1,0 мм) над великою фракцією (5–10 мм) у IV ротації відповідно 52,8 і 15,6 %, при майже однаковому їх співвідношенні в ґрунті IX ротації сівозміни (23,0 і 25,8 % відповідно).

### 1. Структурно-агрегатний склад ясно-сірого лісового поверхнево оглесного ґрунту за різних систем удобрення і вапнування ( $x \pm SD$ ).

Ротація	Система удобрення	Розмір агрегату, %			
		великі, 5–10 мм		дуже маленькі та середні, 0,25–3,0 мм	дуже маленькі 0,25–1,0 мм
		просіювання			
		сухе	мокре	сухе	мокре
IV	К	42,5±5,4 <sup>a</sup>	12,0±2,6 <sup>a</sup>	45,2±5,8 <sup>a</sup>	44,8±4,3 <sup>a</sup>
	ОМ	48,1±5,7 <sup>a</sup>	15,6±1,5 <sup>a</sup>	42,5±4,5 <sup>a</sup>	52,8±6,2 <sup>a</sup>
	М	43,1±3,2 <sup>a</sup>	16,0±2,6 <sup>a</sup>	42,4±3,8 <sup>a</sup>	52,0±5,4 <sup>a</sup>
	Л	46,2±2,3 <sup>a</sup>	17,6±1,7 <sup>a</sup>	36,0±2,3 <sup>a</sup>	32,0±2,2 <sup>b</sup>
IX	К	65,6±2,1 <sup>a</sup>	26,6±2,2 <sup>a</sup>	25,8±2,3 <sup>a</sup>	27,8±3,3 <sup>a</sup>
	ОМ	81,1±2,4 <sup>b</sup>	25,8±1,5 <sup>a</sup>	11,3±3,3 <sup>b</sup>	23,0±0,9 <sup>b</sup>
	М	88,2±0,8 <sup>c</sup>	22,8±1,2 <sup>a</sup>	25,1±1,2 <sup>a</sup>	27,6±0,3 <sup>ab</sup>
	Л	63,7±1,0 <sup>a</sup>	35,0±2,1 <sup>b</sup>	26,0±1,4 <sup>a</sup>	7,2±0,8 <sup>c</sup>

Примітка. Значення позначені тією самою літерою в сівозміні, значно не відрізняються один від одного за результатами порівняння тестом Тьюкі ( $P < 0,05$ ).

Результати аналізу показали, що за тривалого і систематичного внесення самих мінеральних добрив (М), як і на контролі, в результаті сухого просіювання в обох ротаціях вміст великих агрегатів розміром 5–10 мм та дуже маленьких і середніх розмірів (0,25–3,0 мм) значно відрізняється між собою (43,1 і 42,4 % та 88,2 і 25,1 % відповідно). За вмістом водостійких агрегатів в обох ротаціях спостерігається значне переважання дуже маленьких агрегатів розміром 0,25–1,0 мм над великими агрегатами (5–10 мм).

У структурному складі ґрунту під лісом (Л) спостерігається зниження водостійких агрегатів (вміст фракції 0,25–1,0 мм становить 32,0–7,2 %). Слід зазначити значне переважання великих (5–10 мм) водостійких агрегатів над дуже дрібними, що свідчить про кращу

водопроникність ґрунту порівняно з тривалим удобренням та періодичним вапнуванням (ОМ).

Аналіз агрохімічних властивостей досліджуваних варіантів показав, що на контролі (К) реакція ґрунтового розчину на кінець IV ротації сівозміни по всьому профілю є сильнокислою (показник  $pH_{KCl}$  коливається у межах 3,90–4,47). На кінець IX ротації значення величини  $pH_{KCl}$  є дещо вищими і становлять 4,13–4,47, проте реакція ґрунтового розчину залишилася сильнокислою. Гідролітична кислотність в обох ротаціях має тенденцію до зниження вниз по профілю з максимальними величинами в шарі 0–30 см. На кінець IV ротації її показники є дещо вищими (2,28–6,04 мг-екв/100 г ґрунту) ніж на кінець IX ротації (1,40–5,11 мг-екв/100 г ґрунту), що свідчить про дуже сильно кислу реакцію (табл. 2, 3).

## 2. Фізико-хімічні властивості генетичних горизонтів ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за різних систем удобрення і вапнування на кінець IV ротації сівозміни

Глибина відбору зразка, см	Система удобрення	$pH_{KCl}$	Нг		$Al^{3+}$ мг/кг ґрунту	Гумус %
			мг-екв/100 г ґрунту			
0–30	К	3,99±0,13 <sup>a</sup>	6,04±0,12 <sup>a</sup>	1,6±0,3 <sup>a</sup>	157,8±22,3 <sup>a</sup>	1,44±0,08 <sup>a</sup>
	ОМ	5,51±0,09 <sup>b</sup>	2,19±0,12 <sup>b</sup>	5,0±0,3 <sup>b</sup>	1,4±0,7 <sup>b</sup>	1,73±0,08 <sup>b</sup>
	М	3,73±0,17 <sup>a</sup>	6,06±0,11 <sup>a</sup>	1,2±0,3 <sup>a</sup>	149,8±9,0 <sup>a</sup>	1,55±0,06 <sup>a</sup>
	Л	3,85±0,04 <sup>a</sup>	9,26±0,10 <sup>c</sup>	3,48±0,1 <sup>c</sup>	303,1±7,0 <sup>c</sup>	1,88±0,04 <sup>c</sup>
30–60	К	4,40±0,03 <sup>a</sup>	4,39±0,09 <sup>a</sup>	1,0±0,3 <sup>a</sup>	123,3±15,1 <sup>a</sup>	0,88±0,04 <sup>a</sup>
	ОМ	4,50±0,10 <sup>a</sup>	3,29±0,18 <sup>b</sup>	3,2±0,1 <sup>b</sup>	16,7±3,9 <sup>b</sup>	0,97±0,04 <sup>a</sup>
	М	4,10±0,09 <sup>b</sup>	4,32±0,07 <sup>a</sup>	0,8±0,1 <sup>a</sup>	122,2±11,3 <sup>a</sup>	0,85±0,01 <sup>a</sup>
	Л	3,93±0,06 <sup>b</sup>	5,72±0,06 <sup>c</sup>	2,46±0,1 <sup>c</sup>	215,8±9,0 <sup>c</sup>	0,93±0,07 <sup>a</sup>
60–90	К	3,90±0,10 <sup>ac</sup>	4,18±0,18 <sup>a</sup>	7,4±0,4 <sup>a</sup>	122,1±9,5 <sup>a</sup>	0,48±0,03 <sup>a</sup>
	ОМ	4,27±0,13 <sup>b</sup>	3,40±0,09 <sup>b</sup>	6,9±0,1 <sup>a</sup>	44,5±4,3 <sup>b</sup>	0,79±0,05 <sup>b</sup>
	М	4,20±0,05 <sup>a</sup>	3,68±0,07 <sup>b</sup>	1,2±0,4 <sup>b</sup>	92,5±7,2 <sup>a</sup>	0,71±0,05 <sup>b</sup>
	Л	3,90±0,06 <sup>c</sup>	5,32±0,07 <sup>c</sup>	2,28±0,1 <sup>c</sup>	197,6±10,9 <sup>c</sup>	0,53±0,04 <sup>a</sup>
90–120	К	4,22±0,11 <sup>ab</sup>	2,36±0,19 <sup>a</sup>	7,4±0,1 <sup>a</sup>	23,6±3,5 <sup>a</sup>	0,35±0,05 <sup>a</sup>
	ОМ	4,40±0,02 <sup>a</sup>	2,08±0,08 <sup>a</sup>	7,6±0,2 <sup>a</sup>	14,2±2,1 <sup>a</sup>	0,76±0,02 <sup>b</sup>
	М	4,17±0,14 <sup>ab</sup>	4,69±0,18 <sup>b</sup>	6,4±0,2 <sup>b</sup>	133,9±22,4 <sup>b</sup>	0,77±0,04 <sup>b</sup>
	Л	4,00±0,06 <sup>b</sup>	4,13±0,04 <sup>c</sup>	1,22±0,1 <sup>c</sup>	105,8±8,4 <sup>b</sup>	0,46±0,04 <sup>a</sup>
120–150	К	4,47±0,09 <sup>a</sup>	2,28±0,07 <sup>a</sup>	8,6±0,3 <sup>a</sup>	25,0±5,2 <sup>a</sup>	–
	ОМ	4,45±0,01 <sup>a</sup>	2,53±0,12 <sup>a</sup>	10,0±0,5 <sup>b</sup>	22,6±2,9 <sup>a</sup>	0,68±0,04 <sup>a</sup>
	М	4,00±0,07 <sup>b</sup>	3,57±0,08 <sup>b</sup>	6,4±0,2 <sup>c</sup>	96,8±4,7 <sup>b</sup>	0,39±0,03 <sup>b</sup>
	Л	4,12±0,05 <sup>b</sup>	3,36±0,04 <sup>b</sup>	0,91±0,1 <sup>d</sup>	76,7±6,4 <sup>b</sup>	–

Примітка. Значення позначені тією самою літерою в сівозміні, значно не відрізняються один від одного за тестом Тьюкі ( $P < 0,05$ ).

Суму увібраних основ на контролі в обох ротаціях можна охарактеризувати як дуже низьку і низьку з деяким збільшенням вниз по профілю. Її значення коливаються у межах 1,0–8,0 мг-екв/100 г ґрунту, тільки на глибині 60–90 см в ІХ ротації характеризується середньою величиною суми.

Вміст рухомого алюмінію на контролі в обох ротаціях знижується вниз по профілю, проте його значення у варіанті без добрив на кінець ІV ротації є дещо вищими порівняно з ІХ ротацією.

Вміст гумусу в горизонті НЕg1 обох ротацій є низьким (1,40–1,48 %). Нижчі горизонти є безгумусними (вміст гумусу не перевищує 1 %) (табл. 3).

### 3. Фізико-хімічні властивості генетичних горизонтів ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за різних систем удобрення і вапнування на кінець ІХ ротації сівозміни

Глибина відбору зразка, см	Система удобрення	pH <sub>KCl</sub>	Нг		Al <sup>3+</sup> мг/кг ґрунту	Гумус %
			мг-екв/100 г ґрунту			
0–30	К	4,22±0,14 <sup>a</sup>	5,11±0,59 <sup>a</sup>	3,0±0,1 <sup>a</sup>	110,3±15,3 <sup>a</sup>	1,48±0,04 <sup>a</sup>
	ОМ	5,18±0,10 <sup>b</sup>	2,77±0,22 <sup>b</sup>	10,6±0,5 <sup>b</sup>	26,1±1,4 <sup>b</sup>	1,90±0,05 <sup>b</sup>
	М	4,03±0,07 <sup>a</sup>	5,11±0,92 <sup>a</sup>	3,0±0,5 <sup>a</sup>	75,2±5,1 <sup>c</sup>	1,57±0,03 <sup>a</sup>
	Л	3,72±0,12 <sup>c</sup>	9,73±0,08 <sup>c</sup>	1,1±0,2 <sup>a</sup>	210,6±1,7 <sup>d</sup>	2,07±0,08 <sup>b</sup>
30–60	К	4,31±0,09 <sup>a</sup>	3,58±0,42 <sup>a</sup>	5,2±0,5 <sup>a</sup>	65,3±1,9 <sup>a</sup>	0,48±0,03 <sup>a</sup>
	ОМ	4,90±0,12 <sup>b</sup>	3,11±0,05 <sup>a</sup>	8,5±0,2 <sup>b</sup>	71,1±9,3 <sup>a</sup>	0,83±0,15 <sup>b</sup>
	М	4,17±0,04 <sup>a</sup>	4,54±0,06 <sup>b</sup>	1,5±0,1 <sup>c</sup>	126,5±3,8 <sup>b</sup>	0,63±0,06 <sup>a</sup>
	Л	3,86±0,04 <sup>c</sup>	6,49±0,01 <sup>c</sup>	0,9±0,2 <sup>c</sup>	183,0±0,9 <sup>c</sup>	1,23±0,06 <sup>c</sup>
60–90	К	4,13±0,18 <sup>a</sup>	4,20±0,17 <sup>ac</sup>	10,4±1,2 <sup>a</sup>	91,8±0,2 <sup>a</sup>	0,28±0,02 <sup>a</sup>
	ОМ	4,78±0,21 <sup>b</sup>	3,46±0,21 <sup>a</sup>	9,0±1,9 <sup>a</sup>	79,7±1,6 <sup>a</sup>	0,64±0,10 <sup>bc</sup>
	М	4,00±0,02 <sup>ac</sup>	5,25±0,06 <sup>b</sup>	5,7±0,2 <sup>b</sup>	148,1±3,0 <sup>b</sup>	0,37±0,03 <sup>ac</sup>
	Л	3,78±0,02 <sup>c</sup>	4,51±0,04 <sup>bc</sup>	1,0±0,1 <sup>c</sup>	90,1±1,3 <sup>a</sup>	0,53±0,07 <sup>c</sup>
90–120	К	4,22±0,08 <sup>a</sup>	3,23±0,10 <sup>a</sup>	6,9±0,1 <sup>a</sup>	68,4±1,7 <sup>a</sup>	0,28±0,01 <sup>a</sup>
	ОМ	4,90±0,13 <sup>b</sup>	3,15±0,04 <sup>a</sup>	11,9±0,8 <sup>b</sup>	43,2±5,8 <sup>b</sup>	0,55±0,06 <sup>b</sup>
	М	4,07±0,10 <sup>ac</sup>	2,97±0,02 <sup>a</sup>	8,0±1,3 <sup>a</sup>	66,2±2,8 <sup>a</sup>	0,26±0,02 <sup>a</sup>
	Л	3,83±0,01 <sup>c</sup>	4,60±1,14 <sup>b</sup>	6,8±0,2 <sup>a</sup>	77,7±3,4 <sup>a</sup>	0,33±0,05 <sup>a</sup>
120–150	К	4,47±0,03 <sup>a</sup>	1,40±0,04 <sup>a</sup>	6,0±0,7 <sup>a</sup>	27,5±2,0 <sup>a</sup>	0,47±0,02 <sup>a</sup>
	ОМ	4,85±0,06 <sup>b</sup>	2,98±0,01 <sup>b</sup>	16,3±1,2 <sup>b</sup>	32,4±4,2 <sup>a</sup>	0,51±0,00 <sup>a</sup>
	М	4,04±0,05 <sup>c</sup>	2,97±0,10 <sup>b</sup>	13,8±0,3 <sup>c</sup>	54,5±6,1 <sup>b</sup>	0,21±0,01 <sup>b</sup>
	Л	3,83±0,05 <sup>c</sup>	3,79±0,04 <sup>b</sup>	11,2±0,4 <sup>d</sup>	53,7±0,1 <sup>b</sup>	0,29±0,07 <sup>b</sup>

Примітка. Значення позначені тією самою літерою в сівозміні, значно не відрізняються один від одного за тестом Тьюкі (P<0,05).

За тривалого внесення в ґрунт  $N_{65}P_{68}K_{68}$  10 т/га гною на фоні 1,0 н  $CaCO_3$  (ОМ) реакція ґрунтового розчину гумусово-елювіальних горизонтів в обох ротаціях є слабокислою ( $pH_{KCl} - 5,18-5,51$ ). Проте за цієї системи удобрення і вапнування на кінець IV ротації показник  $pH_{KCl}$  по профілю різко знижується до сильнокислої, а на кінець IX поступово зміщується до середньокислої. Водночас гідролітична кислотність в обох ротаціях на відміну від контролю коливається від низької до середньої з максимальними значеннями в середній частині профілю.

Сума увібраних основ за внесення в ґрунт  $N_{70}P_{90}K_{90} + 10$  т/га гною +  $CaCO_3$  (1,0 н Нг) на кінець IV ротації сівозміни коливається від дуже низької у верхній частині профілю до низької – в слабоїлювіюваній материнській породі Pgl (3,2–10,0 мг-екв/100 г ґрунту). На кінець IX ротації за аналогічної системи удобрення та вапнування значення суми увібраних основ є значно вищими й оцінюються як низькі та середні (7,5–18,9 мг-екв/100 г ґрунту), однак їх профільний розподіл подібний до профільного розподілу кінця IV ротації сівозміни.

Вміст рухомого алюмінію в обох ротаціях за органо-мінерального удобрення і вапнування є нижчим, ніж на контролі. Найвищі значення спостерігаються в середній частині профілю, нижчі – у верхній і нижній його частині. Зменшення вмісту алюмінію за внесення вапна, ймовірно, спричинене “зв’язуванням” його лабільних фракцій. Тривале вапнування знизило загальну кількість некрystalічного  $Al^{3+}$ , органо-Al комплексів різної стабільності, а також обмінного Al в орному горизонті.

Вміст гумусу під впливом органо-мінеральної системи удобрення і вапнування (ОМ) в шарі 0–30 см зріс до 1,73 % на кінець IV ротації та до 1,90 % в кінці IX ротації за вмісту на контролі відповідно за ротаціями 1,44–1,48 %; нижче – генетичні горизонти безгумусні (< 1 %).

Дослідження показали, що на кінець IV ротації за внесення в ґрунт самих мінеральних добрив у дозі  $N_{140}P_{180}K_{180}$  (М) реакція ґрунтового розчину по всьому профілю є сильнокислою (показник  $pH_{KCl}$  коливається у межах 3,73–4,20). За тривалого внесення самих мінеральних добрив у дозі  $N_{65}P_{68}K_{68}$  на кінець IX ротації значення  $pH_{KCl}$  коливаються у межах 3,98–4,17, що відповідає сильнокислій реакції рН. Гідролітична кислотність в обох ротаціях знижується вниз по профілю. Проте у верхньому горизонті кінця IV ротації показник Нг є дуже високим (6,06 мг-екв/100 г ґрунту), вниз по профілю – середнім і високим. У верхніх шарах на кінець IX ротації показник

гідролітичної кислотності є високим (5,11–5,20 мг-екв/100 г ґрунту), нижче – від низького до високого.

Суму увібраних основ в обох ротаціях можна охарактеризувати як дуже низьку у верхній частині профілю (0,8–4,54 мг-екв/100 г ґрунту) і низьку та середню – у нижній (5,70–15,2 мг-екв/100 г ґрунту).

Вміст рухомого алюмінію в ґрунті і його профільний розподіл на кінець IV ротації за мінеральної системи удобрення приблизно корелює з контролем (67,4–149,8 мг/кг). Дещо нижчі, але схожі значення спостерігаються на кінець IX ротації сівозміни (36,0–148,1 мг/кг).

Вміст гумусу в ґрунтовій товщі за мінерального удобрення майже не відрізняється від контролю та інших варіантів. В обох ротаціях у гумусовому горизонті вміст гумусу є низьким (1,45–1,57 %), з глибиною – генетичні горизонти безгумусні (<1 %) (табл. 2, 3).

Порівнюючи реакцію ґрунтового розчину ґрунтів під лісом (Л), можна констатувати, що агроценози порівняно із лісовими ценозами позитивно впливають на кислотно-основні властивості ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів. Так, реакція ґрунтового розчину у ґрунті під лісом і перелогом по всьому профілю сильно кисла ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - 3,72 - 3,93$ ).

Аналогічну динаміку можна спостерігати й в профільному розподілі гідролітичної кислотності. У досліджуваному ґрунті цей показник знижується вниз по профілю. Гідролітична кислотність в гумусово-елювіальному горизонті є дуже високою (9,26–9,73 мг-екв/100 г ґрунту), до ґрунтової породи поступово змінюється на середню (3,36–3,79 мг-екв/100 г ґрунту).

Сума увібраних основ в ґрунтах під лісом на кінець IX є дуже низькою (0,9–1,1 мг-екв/100 г ґрунту) – у верхніх горизонтах, і низька та середня (6,8–13,7 мг-екв/100 г ґрунту) – у нижніх.

Вміст рухомого алюмінію корелює з кислотністю ґрунтів, тому закономірно, що у ґрунті під лісом його кількість є високою (303,1 мг/кг на кінець IV ротації та 210,6 мг/кг ґрунту на кінець IX ротації). З глибиною його вміст різко зменшується.

За вмістом гумусу верхній шар лісового ґрунту є низькогумусним (2,07–1,88 %), а нижчі горизонти – безгумусні (<1 %) (табл. 2, 3).

**Висновки.** Таким чином, для збереження та нарощення ґрунтово-земельних ресурсів ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту, родючість якого залежить від сезонного перезволоження й надлишкової кислотності, в комплексі першочергових агрозаходів є тривале і системне внесення 1,0 н  $\text{CaCO}_3$ ,

10 т/га гною та однієї (помірної) норми повного мінерального добрива ( $N_{65}P_{68}K_{68}$ ). Ця система удобрення має найбільший позитивний на структурно-агрегатний стан ґрунту порівняно з контролем (без внесення добрив) і найбільшою мірою позитивно впливає на поліпшення фізико-хімічних властивостей ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту ніж мінеральна система удобрення.

Водночас тривале та систематичне внесення виключно мінеральних добрив у подвійних нормах для компенсації відсутності органічних добрив різними дозами спричиняє погіршення структури й фізико-хімічних показників ґрунту до рівня не удобрюваного контролю.

Тому, для кислого, сезонно оглеєного ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту залишається перспективним проводити подальші дослідження варіантів заміни гною іншими видами органічних добрив.

#### Список використаної літератури

1. Меліорація кислих ґрунтів – сучасні думки та шляхи вперед / Р. С. Трускавецький та ін. *Агрохімія та ґрунтознавство*. 2018. Вип. 87. С. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss87-02>.
2. Системний підхід в агроекології: дослідницький і навчальний аспекти / В. В. Снітинський та ін. *Вісник ЛНАУ : Агрономія*. 2019. № 20. С. 6–20. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.034>.
3. Трускавецький Р., Зубковська В., Хижняк І. Інноваційні моделі управління родючістю ґрунтів. *Вісник ЛНАУ : Агрономія*. 2020. № 24. С. 181–186. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.181>.
4. Arandjelovic B., Bogunovich D. City Profile: Berlin. 2014. *Cities*. Vol. 37. P. 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.10.007>.
5. Assessing Nature's Contributions to People / Diaz S. et al. *Science*. 2018. Vol. 359 (6373). P. 270–272. DOI: [10.1126/science.aap8826](https://doi.org/10.1126/science.aap8826).
6. Balanced fertilization along with farmyard manures enhances abundance of microbial groups and their resistance and resilience against heat stress in a semiarid Inceptisol / S. Kumar et al. *Communications Soil and Science Plant Analysis*. 2013. Vol.

#### References

1. Acid soils amelioration – modern opinions and ways forward / R. S. Truskavetskyi et al. *Ahrokhimiia ta gruntoznavstvo*. 2018. Issue. 87. P. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss87-02>.
2. System approach in agroecology: research and educational aspects / V. V. Snitynskyi et al. *Visnyk LNAU : Ahronomiia*. 2019. No 20. P. 6–20. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.034>.
3. Truskavetskyi R., Zubkovska V., Khyzhniak I. Innovative models of soil fertility elements management. *Visnyk LNAU : Ahronomiia*. 2020. No 24. P. 181–186. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.181>.
4. Arandjelovic B., Bogunovich D. City Profile: Berlin. 2014. *Cities*. Vol. 37. P. 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.10.007>.
5. Assessing Nature's Contributions to People / S. Diaz et al. *Science*. 2018. Vol. 359 (6373). P. 270–272. DOI: [10.1126/science.aap8826](https://doi.org/10.1126/science.aap8826).
6. Balanced fertilization along with farmyard manures enhances abundance of microbial groups and their resistance and resilience against heat stress in a semiarid Inceptisol / S. Kumar

- 44 (15). P. 2299–2313. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2013.803562>.
7. Bát'ková K., Mihalikova M., Matula S. Hydraulic Properties of a Cultivated Soil in Temperate Continental Climate Determined by Mini Disk Infiltrometer. *Water*. 2020. Vol. 12 (3). P. 21. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12030843>.
8. Chendev Yu., Burras C., Sauer T. Transformation of Forest Soils in Iowa (United States) under the Impact of Long Term Agricultural Development. *Eurasian Soil Science*. 2012. Vol. 45 (4). P. 357–367. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229312040035>.
9. Fan J., Ding W., Ziadi N. Thirty-Year Manuring and Fertilization Effects on Heavy Metals in Black Soil and Soil Aggregates in Northeastern China. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 2013. Vol. 44 (7). P. 1224–1241. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.756002>.
10. Goulding K. Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. *Soil Use and Management*. 2016. Vol. 32 (3). P. 390–399. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12270>.
11. Havlin J., Heiniger R. Soil Fertility Management for Better Crop Production. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (9). P. 1349. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091349>.
12. Influence of Altitude on Biochemical Properties of European Forest Soils / M. De Feudis et al. *Forests*. 2017. Vol. 8. P. 213. DOI: <https://doi.org/10.3390/f8060213>.
13. Li J., Nie M., Pendall E. Soil physico-chemical properties are more important than microbial diversity and enzyme activity in controlling carbon and nitrogen stocks near Sydney, Australia. *Geoderma*. 2020. Vol. 366. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114201>.
14. Long-term Impact of Road Salt (NaCl) on Soil and Urban Trees in Edmonton, Canada / M. A. Equiza et al. *Urban For. Urban Green*. 2017. Vol. 21. P. 16–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.003>.
15. Long-term phosphorus fertilisation increased the diversity of the total bacterial community and the phosphorus mineraliser et al. *Communications Soil and Science Plant Analysis*. 2013. Vol. 44 (15). P. 2299–2313. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2013.803562>.
7. Bát'ková K., Mihalikova M., Matula S. Hydraulic Properties of a Cultivated Soil in Temperate Continental Climate Determined by Mini Disk Infiltrometer. *Water*. 2020. Vol. 12 (3). P. 21. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12030843>.
8. Chendev Yu., Burras C., Sauer T. Transformation of Forest Soils in Iowa (United States) under the Impact of Long Term Agricultural Development. *Eurasian Soil Science*. 2012. Vol. 45 (4). P. 357–367. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229312040035>.
9. Fan J., Ding W., Ziadi N. Thirty-Year Manuring and Fertilization Effects on Heavy Metals in Black Soil and Soil Aggregates in Northeastern China. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 2013. Vol. 44 (7). P. 1224–1241. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.756002>.
10. Goulding K. Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. *Soil Use and Management*. 2016. Vol. 32 (3). P. 390–399. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12270>.
11. Havlin J., Heiniger R. Soil Fertility Management for Better Crop Production. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (9). P. 1349. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091349>.
12. Influence of Altitude on Biochemical Properties of European Forest Soils / De Feudis M. et al. *Forests*. 2017. Vol. 8. P. 213. DOI: <https://doi.org/10.3390/f8060213>.
13. Li J., Nie M., Pendall E. Soil physico-chemical properties are more important than microbial diversity and enzyme activity in controlling carbon and nitrogen stocks near Sydney, Australia. *Geoderma*. 2020. Vol. 366. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114201>.
14. Long-term Impact of Road Salt (NaCl) on Soil and Urban Trees in

- group in pasture soils / H. Tan et al. *Biology and Fertility of Soils*. 2013. Vol. 49 (6). P. 661–672. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-012-0755-5>.
16. Masilionytė L., Maikštėnienė S. The effect of alternative cropping systems on the changes of the main nutritional elements in the soil. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2016. Vol. 103 (1). P. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.001>.
17. Neina D. The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*. 2019. Vol. 2019. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>.
18. Nosko B. The formation of the agrogenic typical chernozem profile in the Ukrainian forest-steppe after plowing virgin steppe and fallow soils. *Eurasian Soil Sci*. 2013. Vol. 46 (3). P. 325–336. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229313030058>.
19. Organic farming for crop improvement and sustainable agriculture in the era of climate change / R. Roychowdhury et al. *Journal of Biological Sciences*. 2013. Vol. 13 (2). P. 55–70. DOI: <http://dx.doi.org/10.3844/ojbsci.2013.50.65>.
20. Pitty A. Soil organic matter. Geography and Soil Properties. *Routledge*. 2020. No. 15 P. 302. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429299315-3>.
21. Relationship between spring barley productivity and growing management in Lithuania's lowland / V. Povilaitis et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2018. Vol. 68 (1). P. 86–95. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1367834>.
22. Repsiene R., Karcauskiene D. Changes in the chemical properties of acid soil and aggregate stability in the whole profile under long-term management history. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2016. Vol. 66 (8). P. 671–676. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1200130>.
23. Soil organic carbon as affected by land use in young and old reclaimed regions of a coastal estuary wetland, China / J. Bai et al. *Soil Use Manage*. 2013. Vol. 29 (1). P. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12021>.
- Edmonton, Canada / M. A. Equiza et al. *Urban For. Urban Green*. 2017. Vol. 21. P. 16–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.003>.
15. Long-term phosphorus fertilisation increased the diversity of the total bacterial community and the phosphorus mineraliser group in pasture soils / H. Tan et al. *Biology and Fertility of Soils*. 2013. Vol. 49 (6). P. 661–672. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-012-0755-5>.
16. Masilionytė L., Maikštėnienė S. The effect of alternative cropping systems on the changes of the main nutritional elements in the soil. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2016. Vol. 103 (1). P. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.001>.
17. Neina D. The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*. 2019. Vol. 2019 P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>.
18. Nosko B. The formation of the agrogenic typical chernozem profile in the Ukrainian forest-steppe after plowing virgin steppe and fallow soils. *Eurasian Soil Sci*. 2013. Vol. 46 (3). P. 325–336. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229313030058>.
19. Organic farming for crop improvement and sustainable agriculture in the era of climate change / R. Roychowdhury et al. *Journal of Biological Sciences*. 2013. Vol. 13 (2). P. 55–70. DOI: <http://dx.doi.org/10.3844/ojbsci.2013.50.65>.
20. Pitty A. Soil organic matter. Geography and Soil Properties. *Routledge*. 2020. No. 15 P. 302. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429299315-3>.
21. Relationship between spring barley productivity and growing management in Lithuania's lowland / V. Povilaitis et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2018. Vol. 68 (1). P. 86–95. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1367834>.
22. Repsiene R., Karcauskiene D.

24. Soil Quality and Plant Nutrition / H. R. El-Ramady et al. *Sustainable Agriculture Reviews*. 2014. Vol. 14. P. 345–447. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06016-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06016-3_11).
25. Soil Quality Attributes Related to Urbanization in Brazilian / A. M. Silva et al. *Watershed. J. Environ. Eng. Landscape Manage.* 2017. Vol. 25 (4). P. 317–328. DOI: <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1296451>.
26. The effects of agrogenic transformation on soil profile morphology, organic carbon and physico-chemical properties in Retisols of Western Lithuania / J. Volungevicius et al. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2018. Vol. 64 (13). P. 1910–1923. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1467006>.
27. The Future Challenges of Food and Agriculture: An Integrated Analysis of Trends and Solutions / O. Calicioglu et al. *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (1). P. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11010222>.
28. The problem of soil interpretation according to the WRB 2014 classification system in the context of anthropogenic transformations / J. Volungevicius et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2016. Vol. 66 (5). P. 452–460. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1164231>.
29. Veenstra J., Burras C. Soil profile transformation after 50 years of agricultural land use. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2015. Vol. 79 (4). P. 1154–1162. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2015.01.0027>.
30. What does urbanization actually mean? A framework for urban metrics in wildlife research / J. Moll et al. *J. Appl. Ecol.* 2019. Vol. 56 (5). P. 1289–1300. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13358>.
- Changes in the chemical properties of acid soil and aggregate stability in the whole profile under long-term management history. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2016. Vol. 66 (8). P. 671–676. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1200130>.
23. Soil organic carbon as affected by land use in young and old reclaimed regions of a coastal estuary wetland, China / J. Bai et al. *Soil Use Manage.* 2013. Vol. 29 (1). P. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12021>.
24. Soil Quality and Plant Nutrition / H. R. El-Ramady et al. *Sustainable Agriculture Reviews*. 2014. Vol. 14. P. 345–447. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06016-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06016-3_11).
25. Soil Quality Attributes Related to Urbanization in Brazilian / A. M. Silva et al. *Watershed. J. Environ. Eng. Landscape Manage.* 2017. Vol. 25 (4). P. 317–328. DOI: <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1296451>.
26. The effects of agrogenic transformation on soil profile morphology, organic carbon and physico-chemical properties in Retisols of Western Lithuania / J. Volungevicius et al. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2018. Vol. 64 (13). P. 1910–1923. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1467006>.
27. The Future Challenges of Food and Agriculture: An Integrated Analysis of Trends and Solutions / Calicioglu O. et al. *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (1). P. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11010222>.
28. The problem of soil interpretation according to the WRB 2014 classification system in the context of anthropogenic transformations / J. Volungevicius et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2016. Vol. 66 (5). P. 452–460. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1164231>.
29. Veenstra J., Burras C. Soil profile transformation after 50 years of agricultural land use. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2015. Vol. 79(4). P. 1154–1162. DOI:

<https://doi.org/10.2136/sssaj2015.01.0027>

30. What does urbanization actually mean? A framework for urban metrics in wildlife research / J. Moll et al. *J. Appl. Ecol.* 2019. Vol. 56 (5). P. 1289–1300. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13358>.

Отримано 28 лютого 2023 р.

Погоджено до друку 8 березня 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-1-5

УДК 631.527:635.21:57.053.2

**А. Г. ЗЕЛЯ<sup>1</sup>, А. Т. ГАВРИЛОК<sup>1</sup>, кандидати біологічних наук**

**Р. В. ІЛЬЧУК<sup>2</sup>, доктор сільськогосподарських наук**

**О. В. ВАВРИНОВИЧ<sup>2</sup>, кандидат сільськогосподарських наук**

**Г. В. ЗЕЛЯ<sup>1</sup>, Ю. Р. ІЛЬЧУК<sup>2</sup>, наукові співробітники**

**В. І. БУРКУТ<sup>3</sup>, завідувач лабораторії екології та біомоніторингу**

<sup>1</sup>Українська науково-дослідна станція карантину рослин

Інституту захисту рослин НААН

*вул. Наукова, 1, с. Бояни Чернівецького р-ну Чернівецької обл., 60321,*

*e-mail: avrelia.zelya@gmail.com*

<sup>2</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115,*

*e-mail: roman\_ilchuk@ukr.net*

<sup>3</sup>Інститут біології, хімії і біоресурсів

Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

*вул. Лесі Українки, 25, м. Чернівці, 58012, e-mail: volodymyr.burkut@gmail.com*

## **ЕКЗООСМОС МЕМБРАН ЯК ІНДИКАТОР ВИЗНАЧЕННЯ ПОСУХОСТІЙКОСТІ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ**

Наведено результати досліджень прояву спадковості у гібридного потомства, отриманого від простого та складного міжсортового схрещування, за господарсько цінними ознаками, а саме стійкістю до посухи. Виявлено комбінації, де методом кондуктометрії в польових умовах було визначено екзоосмос мембран гібридів картоплі, який є основним показником посухостійкості, і його значення залежить від фенотипу батьківських форм.

Для досягнення ефекту в селекції бажаним типом зв'язку між ознаками буде такий: якщо значення ознаки збільшується із збільшенням ознаки, що селектується, то зв'язок між ними має бути позитивним, і навпаки, якщо значення ознаки зменшується одночасно зі збільшенням значення ознаки, що селектується, то зв'язок між ними має бути негативним.

За добору, гібридизації важливе значення мають кореляційні взаємозв'язки між господарсько цінними ознаками. За створення гібридної популяції її цінність буде залежати від того, які кореляційні взаємозв'язки має ознака, яка селектується, а також від типу зв'язку між ознаками (позитивного або негативного). Неврахування цього фактора може призвести до того, що створена гібридна популяція буде певною мірою задовольняти селекціонера за ознакою, що селектується, а за іншими господарсько корисними ознаками може бути гіршою від вихідного матеріалу.

Втрати врожаю через спеку важко оцінити, селекції жаростійких рослин приділяли менше уваги, ніж їхній стійкості до хвороб і шкідників. Істотною перешкодою в усуненні цієї вади є відсутність інформації про

© Зеля А. Г., Гаврилук А. Т., Ільчук Р. В.,

Вавриневич О. В., Зеля Г. В.,

Ільчук Ю. Р., Буркут В. І., 2023

діапазон в області генетичної різноманітності стійкості рослин до спеки, а також методів скринінгу стійких генотипів. Скринінг отриманого врожаю за теплового стресу є одним з можливих методів, але важко здійсненням через широке варіювання погодних умов протягом вегетаційного періоду. Крім того, хибою методу відбору на врожайність є його незначна спадковість у спекотних і сухих умовах. Таким чином, розвиток методів скринінгу на основі специфіки реакції на стрес чутливих і стійких до спеки генотипів є першочерговим завданням.

Дослідженнями встановлено, що бульбове покоління, отримане від проведених міжсорткових схрещувань, має кращі показники за такою господарсько цінною ознакою, як посухостійкість, порівняно з вихідними батьківськими формами.

У результаті проведених досліджень з 22 проаналізованих зразків найменше значення витоку електролітів виявлено у 9 гібридів картоплі, які можна використати як донори цієї ознаки або висаджувати у південних регіонах країни.

**Ключові слова:** картопля, гібрид, потомство, екзоосмос, посухостійкість, витік електролітів, кондуктометрія.

**Avreliia Zelia<sup>1</sup>, Aliona Havryliuk<sup>1</sup>, Roman Ilchuk<sup>2</sup>, Oksana Vavrynovych<sup>2</sup>, Yurii Ilchuk<sup>2</sup>, Heorhii Zelia<sup>1</sup>, Volodymyr Burkut<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ukrainian scientific-research station of plant quarantine of Institute of plant protection of the National Academy of Agrarian Sciences

<sup>2</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Agrarian Sciences

<sup>3</sup>Institute of Biology, Chemistry and Bioresources of Chernivtsi National University named after Yurii Fedkovych

### **Membrane exoosmosis as an indicator for determining drought resistance of potato hybrids**

The results of research on the manifestation of heredity in hybrid offspring obtained from simple and complex cross-breeding for economically valuable traits, namely drought resistance, are given. Combinations were identified, where exoosmosis of the membranes of potato hybrids was determined by the method of conductometry in field conditions, which is the main indicator for determining drought resistance and its value depends on the phenotype of the parental forms.

To achieve an effect in selection, the desired type of relationship between traits will be as follows: if the value of the trait increases with the increase of the trait being selected, then the relationship between them should be positive, and vice versa, if the value of the trait decreases simultaneously with the increase of the value of the trait that is selected, then the relationship between them should be negative.

Correlation relationships between economically valuable traits are important for selection and hybridization. When creating a hybrid population, its value will depend on what kind of correlations the selected feature has, as well as the type of connection between the features (positive or negative). Ignoring this factor can lead to the fact that the created hybrid population will satisfy the breeder to a certain

extent on the characteristic being selected, and on other economically useful characteristics it may be worse than the original material.

Yield losses due to heat are difficult to estimate, and less attention has been paid to the selection of heat-resistant plants than to their resistance to diseases and pests. A significant obstacle in eliminating this shortcoming is the lack of information about the range in the field of genetic diversity of plant resistance to heat, as well as methods of screening resistant genotypes. Screening of the obtained crop under heat stress is one of the possible methods, but it is difficult to implement due to wide variation of weather conditions during the growing season. In addition, the disadvantage of the method of selection for yield is its low heritability in hot and dry conditions. Thus, the development of screening methods based on the specificity of the stress-sensitive and heat-resistant genotypes is a priority task.

Research has established that the tuber generation obtained from intervarietal crossings has better indicators for such an economically valuable trait as drought resistance, compared to the original parental forms.

As a result of the conducted research, out of 22 analyzed samples, the lowest value of electrolyte leakage was found in 9 potato hybrids, which can be used as donors of this trait or planted in the southern regions of the country.

**Keywords:** potato, hybrid, offspring, exoosmosis, drought resistance, leakage of electrolytes, conductometry.

**Вступ.** Картопля – одна з найбільш важливих сільськогосподарських культур різностороннього використання, яку вирощують у більшості країн світу. За площею насаджень вона займає четверте місце після рису, пшениці та кукурудзи. Валовий збір картоплі в Україні (близько 330 млн т) та площі насаджень (понад 18 млн га) свідчать про важливість цієї культури в глобальній проблемі забезпечення продовольством [30].

Однією з основних причин отримання нестабільних врожаїв картоплі та інших сільськогосподарських культур, набагато нижчих від потенційного рівня, є тепловий стрес та відсутність достатньої кількості вологи. Крім того, в зв'язку з глобальним потеплінням клімату очікується, що частота підвищення температури може зрости в майбутньому. Збільшення жаростійкості рослин може сприяти підвищенню ефективності культури і вирощуванню картоплі в раніше несприятливих для цього регіонах. На теперішній час відносно невелика кількість робіт присвячена питанням селекції жаро- та посухостійкості рослин. Можливо, це пояснюється тим, що втрати врожаю через спеку важко оцінити, селекції жаростійких рослин приділяли менше уваги, ніж їхній стійкості до хвороб і шкідників. Істотною перешкодою в усуненні цієї вади є відсутність інформації про діапазон в області генетичної різноманітності стійкості рослин до спеки, а також методів відбору стійких генотипів [35]. Скринінг за

такою ознакою, як врожайність за теплового стресу є одним з можливих методів, але важко здійсненим через широке варіювання погодних умов протягом вегетаційного періоду. Крім того, хибою методу відбору за врожайністю є його незначна спадковість в спекотних і сухих умовах. Таким чином, розвиток методів добору скринінгу на основі специфіки реакції на стрес чутливих і стійких до спеки генотипів є першочерговим завданням.

Чимало дослідників констатують, що в багатьох організмів наявні ознаки, взаємозв'язані між собою. У таких випадках при визначенні однієї ознаки можна твердити про наявність й іншої. Значення взаємозв'язку ознак сприяє добору потрібних форм і прискорює процес селекційної роботи [22, 26–28].

У практичній роботі спряженість може бути використана двояко – залежно від зв'язку і його типу. У першому випадку звертають увагу на величину коефіцієнта кореляції і його ознак і лише потім роблять висновок про практичну цінність такої залежності. Прикладом цього є всі випадки чітко вираженої лінійної кореляції, яку вже давно використовують у селекційній роботі. У другому випадку величина коефіцієнта і навіть його знак суттєвої ролі не відіграють, а тип зв'язку є прямо- або криволінійним [11, 15, 24, 25].

У багатьох випадках продуктивність сільськогосподарських рослин зумовлюється численними кількісними ознаками, які є результатом взаємодії спадкових особливостей рослин і комплексу умов зовнішнього середовища. На величину кількісної ознаки можуть впливати інші кількісні або якісні ознаки. Так, наприклад, анатомічна будова тканини і вміст цукрів у клітинному соку рослин можуть впливати на їхню зимостійкість. Тому за кількісними ознаками, і зокрема врожайністю рослин, можна оцінювати і їхні якісні характеристики [1, 3, 6, 7, 10, 14].

Однак недостатньо вивченими в культурі картоплі є питання кореляційної мінливості в гібридних популяціях, одержуваних від схрещування нових сортів картоплі, особливо тих, які створені шляхом міжвидової гібридизації, характер успадкування господарських і біологічних ознак у таких гібридних популяціях та інше, знання яких могло б сприяти поєднанню в одному сорті потрібних ознак і створенню нових цінних сортів цієї культури. Разом з тим вважаємо за доцільне продовжувати дослідження кореляції між різними ознаками, наявність якої могла б сприяти більш ефективному добору сіянців картоплі і кращій оцінці їх у селекційній роботі. Цілком очевидно, що кореляція не є постійною і змінюється в різних популяціях, тому використовувати її слід з урахуванням особливостей кожної окремо

взятої [5, 8, 9, 16, 18].

Реакції рослин на тепловий стрес різноманітні. Вони включають зупинку руху протоплазми, денатурацію білків, зміну складу ліпідів, зниження стабільності мембран, ефективності фотосинтезу [19, 20, 21, 32, 34]. Тому застосування і відносна ефективність кожного методу може змінюватися залежно від виду рослин і фази їх розвитку. При тепловому стресі найбільше пошкоджуються функції мембран [31, 33]. Це призводить до підвищення їх проникності й витоку електролітів. Порушення функції мембран обумовлює зниження фотосинтезу й активності мітохондрій, властивості плазмалеми зберігати розчинені речовини і воду [32]. Тест на витік електролітів було використано для вивчення варіації жаростійкості бобових [34, 35], виявлення зняття періоду спокою насіння за стратифікації [29], визначення жаростійкості різних сортів картоплі [4] і морозостійкості генотипів пшениці [23, 33, 36–38].

Наукові співробітники Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН розробили кондуктометричний метод визначення екзоосмосу в мембранах листків картоплі після дії високих температур та відсутності вологи, який дає можливість виявити сорти, стійкі до посухи [12, 13, 17].

**Матеріали і методи.** Метою досліджень було оцінити селекційний матеріал картоплі на стійкість до посухи та виділити стійкі форми, які можна впровадити у посушливих зонах, методом кондуктометрії у різних фазах розвитку рослин картоплі і вивчити питання залучення їх у селекційну роботу як стандарти щодо цієї ознаки.

Дослідження з визначення стійкості сортів картоплі до посухи проводили за авторською методикою УкрНДСКР ІЗР НААН на базі лабораторії карантинних хвороб та шкідників упродовж 2021–2022 рр. Листковий матеріал відбирали на 22 зразках картоплі, представлених відділом селекції сільськогосподарських культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН: ВЛ-1203-97, В-1029-09, ЛЛ-1458-02, Л-1206-99, Л16/80, Л-1221-99, Л-1201-98, Л-1221-99, Л-1230-99, І-763-99, Л-1574-96, ЛА-1249, Р-1735-03, Л-1384-96, Р-1645-03, Р-1735-03, Л-1379-89/2, В-1002-89, ЛЛ-1249-02, Р-1541-03, Л-1449-02 та ЛА-1427-03. Електропровідність ( $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) вимірювали за допомогою кондуктометра S713/Cond/Tds/Sal/Ras/Meter, ULAB.

Погодні умови за період 2022 р. були мінливими, що дало змогу повноцінно та об'єктивно оцінити результати досліджень.

За вивчення впливу гідротермічних факторів на розвиток хвороб картоплі, а також для визначення стійкості до посухи використовували

такі показники: температура повітря, кількість опадів, ГТК.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) застосували для оцінки періоду з температурою вище +10 °С і визначали за формулою [2]:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum O \cdot 10}{\sum T}, \quad (1)$$

де  $\sum O$  – сума опадів за період, мм;

$\sum T$  – сума середньодобових температур вище 10 °С.

За оцінки агрокліматичних ресурсів території вважають, що ГТК (гідротермічний коефіцієнт) 1,0–1,5 – оптимальне зволоження, більший 1,5 – надмірне, менший 1,0 – нестійке, менший 0,5 – слабе (посуха).

За гідротермічними умовами 2022 р. був теплим та посушливим. Дефіцит вологи відзначено майже за весь вегетаційний період картоплі: у травні (-61,7 мм), червні (-44,0 мм), липні (-30,8 мм) та в серпні (-7,7 мм), а ГТК коливався у межах 0,23–0,85 відповідно (табл. 1). Оптимальним періодом для визначення стійкості картоплі до посухи були фази: цвітіння (червень – липень) і бульбоутворення (липень – серпень) за дефіциту вологи (-44,0...-7,7 мм) та максимальної температури повітря +34,4 °С. Середньомісячна температура повітря склала 20,6–21,5 °С. Гідротермічний коефіцієнт дорівнював 0,23–0,29 (посуха).

## 1. Характеристика метеорологічних показників вегетаційного періоду, 2022 р.

Місяць	Декада	Середньодобова температура повітря, °С			Максимальна температура, °С	Мінімальна	Сума опадів, мм			ГТК (гідротермічний коефіцієнт)
		фактично	норма	відхилення від норми,			фактично	норма	відхилення від	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Квітень	1	9,1					7,0			
	2	7,0					1,7			
	3	11,6					25,2			
	Середнє	9,2	9,9	0,7	23,5	2,9	33,9	44	10,1	0,36
Травень	1	12,8					1,3			
	2	16,9					1,0			
	3	17,0					11,0			
	Середнє	15,6	15,1	0,5	28,5	5,2	13,3	75	61,7	0,85

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Червень	1	20,2					23,4			
	2	19,5					22,0			
	3	22,2					3,6			
	Середнє	20,6	18,8	1,8	34,4	10,8	49	93	44,0	0,23
Липень	1	22,3					30,2			
	2	19,3					7,4			
	3	22,8					24,6			
	Середнє	21,5	20,5	1,0	33,6	11	62,2	93	30,8	0,29
Серпень	1	20,7					12,6			
	2	21,0					27,3			
	3	22,3					18,4			
	Середнє	21,3	19,9	1,6	30,7	13,7	58,3	66	7,7	0,27
За вегетацій- ний період	Середнє	17,6	16,8	0,84	34,4	2,9	216,7	371	154,3	

Від апікального листка картоплі відбирали листочки першої і другої пари. Наступним етапом було промивання та висічка (коркорізом) 6 дисків діаметром 5 мм, які розміщували у пробірки (по шість дисків у кожну) із 0,5 мл бідистильованої води в трьох повтореннях. Зразки розміщували на водяну баню для інкубації на визначений час (згідно з методикою 2 год) за потрібної температури (до 45 °С) (рис. 1).

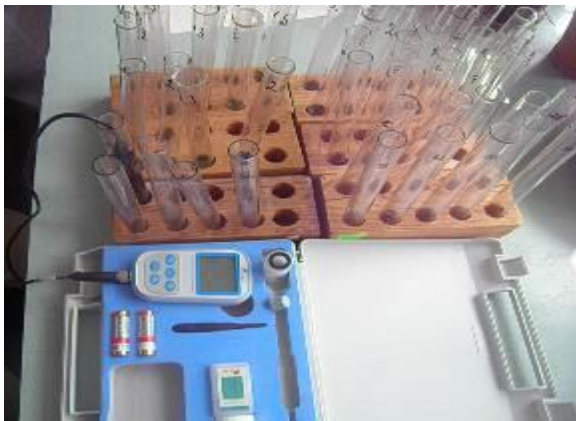


Рис. 1. Інкубація дисків листків картоплі в ультратермостаті

Електропровідність ( $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) вимірювали за допомогою кондуктометра S713/Cond/Tds/Sal/Ras/Meter, ULAB, CE (рис. 2).

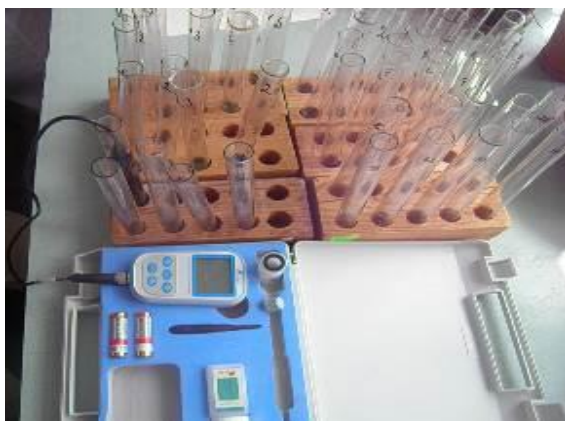


Рис. 2. Кондуктометр S713/Cond/Tds/Sal/Ras/Meter, ULAB, CE

**Результати та обговорення.** За результатами досліджень минулих років [4, 12, 13] відомо, що оптимальними для виявлення відмінностей між сортами картоплі за витоком електролітів є дози теплового шоку за температури 45–55 °С та нестача води. При тепловому стресі найбільше пошкоджувалися функції мембран. Це призводило до підвищення їх проникності й витоку електролітів. Чим більше значення витоку електролітів, тим сорт більш сприйнятливий до посухи.

У результаті проведених досліджень у лабораторних умовах 2021 р. із 22 аналізованих зразків картоплі найбільше значення витоку електролітів виявлено у гібридів: Л-1201-98 ( $1,12 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), ВЛ-1203-97 ( $1,02 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), І-763-99 ( $1,01 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), Р-1645-03 ( $1,26 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) та В-1002-89 ( $1,42 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) (табл. 2).

## 2. Відносний витік електролітів з листків гібридів картоплі селекції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, 2021 р.

Назва гібриду	Походження	Витік електролітів, $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ( $M \pm m$ )
1	2	3
ВЛ-1203-97	(Мавка x Granola) x (Арта x Карпатська)	$1,02 \pm 0,04$
В-1023-09	Карпатська x Пригожа	$0,57 \pm 0,03$
ЛЛ-1458-02	(Слава x Зов) x Пекуровська	$0,60 \pm 0,04$

1	2	3
Л-1206-99	Слава х Pirmunes	0,53±0,06
Л-16/80	(Комсомолец х Нарочь) х Краса	0,54±0,04
Л-1221-99	(Луговська х Kristal) х Талісман	0,68±0,06
Л-1201-98	Слава х Памір	1,12±0,05
Л-1221-99	(Луговська х Kristal) х Невська	0,64±0,04
Л-1230-99	(Луговська х Kristal) х Диво	0,55±0,03
I-763-99	(Мавка х Карпатська) х 89.721 с.23	1,01±0,04
Л-1574-96	(96.963.39 х Мавка) х Зов	0,62±0,03
ЛА-1249	Слава х Воловецька	0,85±0,03
P-1735-03	86.563 с.4 х Либідь	0,87±0,04
Л-1384-96	(Нарочь х (Верховина х Granola)) х Юбель	0,76±0,03
P-1645-03	Либідь х 90.841 с.2	1,26±0,03
P-1735-03	86.563 с.4 х Либідь	0,84±0,04
Л-1379-89/2	Невська х Мавка	0,90±0,03
B-1002-89	(Нарочь х (Нарочь х Юбель)) х Скарб	1,42±0,05
ЛЛ-1249-02	Kardia х (Мавка х Водограй)	0,53±0,03
P-1541-03	Чернігівська рання х 89.721 с.23	0,55±0,04
Л-1449-02	Чернігівська рання х 89.721 с.23	0,57±0,03
ЛА-1427-03	(S. phureja х Agute) х Гатчинська	0,58±0,04
St Слов'янка	KE78.5053 х Kondor	0,54±0,03

НІР<sub>0,05</sub>

0,01

У гібридів картоплі Л-1384-96, ЛА-1249, P-1735-03 та Л-1379-89/2 встановлено середній витік електролітів, який коливався в межах 0,76–0,90  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ . Найменше значення цього показника в лабораторних умовах встановлено у таких гібридів картоплі: Л-1206-99, В-1023-09, Л-1230-99, ЛЛ-1458-02, ЛЛ-1249-02, P-1541-03, ЛА-1427-03, Л-1221-99 та Л-1449-02, що було в межах 0,53–0,68  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ .

У результаті проведених польових досліджень з 22 аналізованих зразків картоплі найбільше значення витоку електролітів у фазі цвітіння і бульбоутворення картоплі виявлено у гібридів: Л-1201-98 (1,16  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), ВЛ-1203-97 (1,18  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), I-763-99 (1,22  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), P-1645-03 (1,38  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) та B-1002-89 (1,65  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ). Ці гібриди були сприйнятливими до посухи. У польових умовах спостерігали в'янення листків із засиханням рослин картоплі (табл. 3).

Середній показник витоку електролітів виявлено в таких гібридів картоплі: Л-1384-96 (0,82  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), ЛА-1249 (0,98  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), P-1735-03 (0,98  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) та Л-1379-89/2 (0,99  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ).

**3. Відносний витік електролітів з листків гібридів картоплі (M ±m), 2022 р.,  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$** 

Назва гібриду	Походження	Фаза	
		цвітіння	бульбоутворення
ВЛ-1203-97	(Мавка х Granola) х (Арта х Карпатська)	1,06±0,06	1,18±0,08
В-1023-09	Карпатська х Пригожа	0,56±0,06	0,64±0,06
ЛЛ-1458-02	(Слава х Зов) х Пекуровська	0,60±0,03	0,68±0,03
Л-1206-99	Слава х Pirmunes	0,56±0,06	0,63±0,06
Л-16/80	(Комсомолец х Нарочь) х Краса	0,57±0,03	0,65±0,03
Л-1221-99	(Луговська х Kristal) х Галісман	0,70±0,06	0,78±0,08
Л-1201-98	Слава х Памір	1,04±0,03	1,16±0,06
Л-1221-99	(Луговська х Kristal) х Невська	0,67±0,06	0,78±0,06
Л-1230-99	(Луговська х Kristal) х Диво	0,58±0,03	0,67±0,03
І-763-99	(Мавка х Карпатська) х 89.721 с.23	1,02±0,06	1,22±0,06
Л-1574-96	(96.963.39 х Мавка) х Зов	0,63±0,06	0,76±0,06
ЛА-1249	Слава х Воловецька	0,87±0,03	0,98±0,03
Р-1735-03	86.563 с.4 х Либідь	0,89±0,06	0,99±0,06
Л-1384-96	(Нарочь х (Верховина х Granola)) х Юбель	0,78±0,03	0,82±0,03
Р-1645-03	Либідь х 90.841 с.2	1,29±0,03	1,38±0,08
Р-1735-03	86.563 с.4 х Либідь	0,87±0,06	0,98±0,06
Л-1379-89/2	Невська х Мавка	0,91±0,06	0,99±0,06
В-1002-89	(Нарочь х (Нарочь х Юбель)) х Скарб	1,44±0,08	1,65±0,08
ЛЛ-1249-02	Kardia х (Мавка х Водограй)	0,54±0,03	0,71±0,06
Р-1541-03	Чернігівська рання х 89.721 с.23	0,56±0,03	0,74±0,03
Л-1449-02	Чернігівська рання х 89.721 с.23	0,59±0,03	0,78±0,06
ЛА-1427-03	( <i>S. phureja</i> х Agute) х Гатчинська	0,57±0,06	0,75±0,06
St Слов'янка		0,56±0,03	0,74±0,03

HIP<sub>0,05</sub>

0,05

0,06

Найменше значення витоку електролітів встановлено у гібридів картоплі: Л-1206-99 (0,63  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), В-1023-09 (0,64  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), Л-1230-99 (0,67  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), ЛЛ-1458-02 (0,68  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), ЛЛ-1249-02 (0,71  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), Р-1541-03 (0,74  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), ЛА-1427-03 (0,75  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), Л-1221-99 та

Л-1449-02 (0,78  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), які були на рівні стандарту сорту Слов'янка – 0,74  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ . Ці зразки картоплі характеризуються вищою стійкістю до посухи, і їх рекомендовано впроваджувати для вирощування в посушливих зонах України.

### Висновки

1. Оптимальними строками щодо визначення стійкості картоплі до посухи були фази розвитку вегетативної маси: цвітіння – друга декада червня (за температури повітря до 34,4 °C, опадів – 44,0 мм) та бульбоутворення – третя декада липня (33,6 °C і 30,8 мм).

2. Найменшим значенням витоку електролітів відзначилися гібриди картоплі селекції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН: В-1023-09 (0,64  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), Л-1206-99 (0,63  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), ІЛ-1458-02 (0,68  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), ІЛ-1249-02 (0,71  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), Р-1541-03 (0,74  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), ЛА-1427-03 (0,7  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) та Л-1449-02 (0,78  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ).

3. Ці зразки характеризуються високою стійкістю до посухи, і їх рекомендовано для вирощування у південних посушливих зонах України з нестійким і недостатнім рівнем вологи, а також для використання як донорів досліджуваної ознаки.

### Список використаної літератури

1. Активність гваяколпероксидази у нокаунтної лінії KO-Cat 2 *Arabidopsis thaliana* за дії теплового стресу / Т. О. Руснак та ін. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2013. Т. 45, № 3. С. 246–251.
2. Анисимова Г. Л. О корреляционной зависимости между содержанием протеина и урожаем в гибридах картофеля. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. 1973. Вип. 11. С. 72–75.
3. Білик М. О., Кулешов А. В. Практикум з фітосанітарного моніторингу і прогнозу. Харків, 2006. 228 с.
4. Буздуга І. М., Волков Р. А., Панчук І. І. Вплив температури вирощування та сахарози на активність аскорбатпероксидази у *Arabidopsis thaliana* в умовах теплового стресу. *Наукові записки ТНПУ*. 2017. № 4 (71). С. 59–64.
5. Вивчення стійкості картоплі до посухи / І. І. Мойса та ін. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. ІК НААН. 2014. Вип. 42. С. 12–19.
6. Доліба І. М., Руснак Т. О., Волков Р. А. Перекисне окислення ліпідів у

### References

1. Guaiacol peroxidase activity in the KO-Sat 2 knockout line of *Arabidopsis thaliana* under the influence of heat stress / T. O. Rusnak et al. *Fiziologija i biohimiya kul'turnih rastenij*. 2013. Vol. 45, No. 3. P. 246–251.
2. Anisimova H. L. On the correlation between protein content and yield in potato hybrids. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 1973. Issue 11. P. 72–75.
3. Bilyk M. O., Kulieshov A. V. Workshop on phytosanitary monitoring and forecasting. Kharkiv, 2006. 228 p.
4. Buzduha I. M., Volkov R. A., Panchuk I. I. Effects of growing temperature and sucrose on ascorbate peroxidase activity in *Arabidopsis thaliana* under heat stress conditions. *Naukovi zapysky TNPU*. 2017. No. 4 (71). P. 59–64.
5. Study of potato resistance to drought / I. I. Moisa et al. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. ІК НААН. 2014. Issue 42. P. 12–19.
6. Doliba I. M., Rusnak T. O., Volkov R. A. Lipid peroxidation in wild-type *Arabidopsis thaliana* and the

- Arabidopsis thaliana* дикою типу та KO-Cat 2 мутантної лінії за дії теплового стресу. *Вісник Українського товариства генетиків та селекціонерів*. 2012. Т. 10, № 2. С. 193–201. URL: [http://utgis.org.ua/images/pdf/visnyk/2012/V10\\_N2/Visnik-2012-t10-n2\\_002.pdf](http://utgis.org.ua/images/pdf/visnyk/2012/V10_N2/Visnik-2012-t10-n2_002.pdf) (дата звернення: 20.01.2023).
7. Експериментальний андрогенез та оцінка жаростійкості сортів картоплі української селекції за витоком електролітів і вмістом у них  $K^+$  та  $Ca^{2+}$  / І. І. Мойса та ін. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 4. С. 34–36. URL: [https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk\\_04\\_2012.pdf](https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_04_2012.pdf) (дата звернення: 24.01.2023).
8. Ефективність гаплородукції в системі культури пляків і віддаленої гібридизації у картоплі / Т. М. Олійник та ін. *Modern biotechnology of agricultural plants and biosafety* : abstracts of International Scientific Conference. Odessa, 2010. P. 95.
9. Желев Н., Даскалюк А., Ралія Т. Сравнительная оценка первичной устойчивости генотипов пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к высоким и низким температурам. *Buletinul Academiei de stiinta a Moldovei. Stiintele vietii*. 2018. Nr. 1 (334). С. 61–70. URL: [https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag\\_file/61-70.pdf](https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/61-70.pdf) (дата обращения: 23.01.2023).
10. Завірюха П. Д. Деякі дані про формотворчий процес за складовими продуктивності рослин у гібридних популяціях картоплі. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. 1982. Вип. 13. С. 16–21.
11. Зеля А. Г., Бундук Ю. М., Гунчак В. М. Методичні рекомендації «Визначення резистентності сортів та гібридів ряду сільськогосподарських культур до стресових факторів». Чернівці, 2016. 16 с.
12. Мельник П. О., Мойса І. І., Даскалюк О. П. Визначення стійкості рослин до високих температур методом витоку електролітів. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 3. С. 44–46.
13. Онищенко О. Й., Поправко М. Й. Поєднання господарсько цінних ознак у міжсортних гібридах картоплі. KO-Cat 2 mutant line under the effects of heat stress. *Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv ta selektsioneriv*. 2012. Vol. 10, No. 2. P. 193–201. URL: [http://utgis.org.ua/images/pdf/visnyk/2012/V10\\_N2/Visnik-2012-t10-n2\\_002.pdf](http://utgis.org.ua/images/pdf/visnyk/2012/V10_N2/Visnik-2012-t10-n2_002.pdf) (last accessed: 20.01.2023).
7. Experimental androgenesis and assessment of heat resistance of potato varieties of Ukrainian selection according to the leakage of electrolytes and their content of  $K^+$  and  $Ca^{2+}$  / I. I. Moisa et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2012. No 4. P. 34–36. URL: [https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk\\_04\\_2012.pdf](https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_04_2012.pdf) (last accessed: 24.01.2023).
8. Efficiency of haploreduction in the system of anther culture and remote hybridization in potatoes / Oliinyk T. M. et al. *Modern biotechnology of agricultural plants and biosafety* : abstracts of International Scientific Conference. Odessa, 2010. P. 95.
9. Zhelev N., Daskaliuk A., Ralia T. Comparative assessment of primary resistance of wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) to high and low temperatures. *Buletinul Academiei de stiinte a Moldovei. Stiintele life*. 2018. Nr. 1 (334). P. 61–70. URL: [https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag\\_file/61-70.pdf](https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/61-70.pdf) (last accessed: 23.01.2023).
10. Zaviriukha P. D. Some data on the formative process of plant productivity components in hybrid potato populations. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 1982. Issue 13. P. 16–21.
11. Zelia A. H., Bunduk Yu. M., Hunchak V. M. Methodological recommendations “Determining the resistance of varieties and hybrids of a number of agricultural crops to stress factors”. Chernivtsi, 2016. 16 p.
12. Melnyk P. O., Moisa I. I., Daskaliuk O. P. Determination of resistance of plants to high temperatures by the method of leakage of electrolytes. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2006. No 3. P. 44–46.
13. Onyshchenko O. Y., Popravko M. Y. Combination of economic and valuable traits in intervarietal hybrids

*Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. 1974. Вип. 5. С. 49–52.

14. Осипчук А. А. Селекція картоплі за елементами структури врожайності. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. 1985. Вип. 16. С. 3–5.

15. Сомаклональні варіанти і їх використання в селекції картоплі. Інноваційні технології в умовах зміни клімату / А. Г. Зеля та ін. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Наукові тенденції формування агротехнологій», Полтава, 25–26 квіт. 2019 р. Полтава : ПП «Астрая», 2019. С. 108–110.

16. Спосіб визначення стійкості картоплі до посухи : пат. 97040А Україна, № у 2014 10636 / І. І. Мойса та ін. ; заявл. 29.09.2014 ; опубл. 25.02.2015. Бюл. № 4. (кн. 1). 1 с.

17. Тимошенко І. П., Олійник Т. М., Ігнатова С. О. Оптимізація елементів технології отримання подвоєних гаплоїдів у картоплі. *Картоплярство України*. 2011. № 3/4. С. 6–9.

18. Alexandrov V. Y. Cytophysiological and cytoecological investigations of heat resistance of plant cells toward the action of high and low temperature. *Quart. Rev. Biol.* 1964. Vol. 30. P. 35–77.

19. Bar-Tsur A. High temperature effects on CO<sub>2</sub> gas exchange in heat tolerant and sensitive tomatoes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 1985. Vol. 110. P. 582–586.

20. Bernstam V. Heat effects on protein biosynthesis. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 1978. Vol. 29. P. 25–46.

21. Bradshaw J. E. Breeding strategies for clonally propagated potatoes. *Potato genetics*. 1994. P. 109–132.

22. Daskalyuk A. Elimination of dormancy, germination and electrolyte leakage from apple embryos during stratification. *Russian J. Plant Physiol.* 2002. Vol. 49. P. 804–810.

23. Daskalyuk A. Identification of mechanisms of plant resistance to stress factors. Materials of International Scientific Symposium “Advanced biotechnologies – achievements and prospects” (VI), 3–4 october 2022. P. 81–83. DOI: <https://doi.org/10.53040/abap6.2022.26>.

24. Dusenge M. E., Duarte A. G.,

of potatoes. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 1974. Issue 5. P. 49–52.

14. Osypchuk A. A. Selection of potatoes according to the elements of the yield structure. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 1985. Issue 16. P. 3–5.

15. Somaclonal variants and their use in potato breeding. Innovative technologies in the conditions of climate change / A. H. Zelia et al. Materialy vseukr. nauk.-prakt. konf. “Naukovi tendentsii formuvannia ahrotekhnologii”, Poltava, 25–26 kvit. 2019 r. Poltava : PP “Astraiia”, 2019. P. 108–110.

16. The method of determining the resistance of potatoes to drought : Pat. 97040A Ukraine, No. u 2014 10636 / I. I. Moisa et al. ; stat. 29.09.2014 ; published 25.02.2015. Bul. No. 4. (book 1). 1 p.

17. Tymoshenko I. P., Oliinyk T. M., Ihnatova S. O. Optimization of elements of technology for obtaining doubled haploids in potatoes. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2011. No. 3/4. P. 6–9.

18. Alexandrov V. Y. Cytophysiological and cytoecological investigations of heat resistance of plant cells toward the action of high and low temperature. *Quart. Rev. Biol.* 1964. Vol. 30. P. 35–77.

19. Bar-Tsur A. High temperature effects on CO<sub>2</sub> gas exchange in heat tolerant and sensitive tomatoes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 1985. Vol. 110. P. 582–586.

20. Bernstam V. Heat effects on protein biosynthesis. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 1978. Vol. 29. P. 25–46.

21. Bradshaw J. E. Breeding strategies for clonally propagated potatoes. *Potato genetics*. 1994. P. 109–132.

22. Daskalyuk A. Elimination of dormancy, germination and electrolyte leakage from apple embryos during stratification. *Russian J. Plant Physiol.* 2002. Vol. 49. P. 804–810.

23. Daskalyuk A. Identification of mechanisms of plant resistance to stress factors. Materials of International Scientific Symposium “Advanced biotechnologies – achievements and prospects” (VI), 3–4 october

- Way D. A. Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO<sub>2</sub> and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration. *New phytologist*. 2019. Vol. 221 (1). P. 32–49. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.15283>.
25. Jacob P., Hirt H., Bendahmane A. The heat-shock protein/chaperone network and multiple stress resistance. *Plant Biotechnol. J.* 2017. Vol. 15. P. 405–414. DOI: <https://doi.org/10.1111/pbi.12659>.
26. Mohanty P., Kreslavski V., Klimov V. Heat Stress: Susceptibility, Recovery and Regulation. *Advances in Photosynthesis and Respiration* : book series. 2011. Vol. 34. P. 251–274. URL: [https://www.academia.edu/32664398/Molecular\\_Mechanisms\\_of\\_Stress\\_Resistance\\_of\\_Photosynthetic\\_Machinery](https://www.academia.edu/32664398/Molecular_Mechanisms_of_Stress_Resistance_of_Photosynthetic_Machinery) (last accessed: 25.01.2023).
27. Mohanty P. Perspective of membrane perception of temperature. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 2008. Vol. 14. P. 273–275. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1579-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1579-0_12).
28. Park C. J., Seo Y. S. Heat Shock Proteins: A review of the molecular chaperones for plant immunity. *Plant Pathol. J.* 2015. Vol. 31. P. 323–333. DOI: [10.5423/PPJ.RW.08.2015.0150](https://doi.org/10.5423/PPJ.RW.08.2015.0150).
29. Research Progress in J-Proteins in the Chloroplast / Lu Zhao et al. *Genes*. 2022. Vol. 13 (8). P. 1469. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes13081469>.
30. Rosenzweig R., Nillegoda N. B., Mayer M. P. The Hsp70 chaperone network. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2019. Vol. 20. P. 665–680. DOI: [10.1038/s41580-019-0133-3](https://doi.org/10.1038/s41580-019-0133-3).
31. Schaff D. Comparison of TTC and electrical conductivity heat tolerance screening techniques in Phaseolus. *Hort. Sci.* 1987. Vol. 22. P. 642–645.
32. Shen Z. Heat adaptability of the tomato. *Hort. Sci.* 1982. Vol. 17. P. 924–925.
33. Snedecor G. Statistical methods. *Plant Physiol.* Ames : Iowa State University Press, 1967. 593 p.
34. Suss K. Byosynthetic causes of *in vivo* acquired thermotolerance of photosynthetic light reaction. *Plant Physiol.* 1986. Vol. 81. P. 192–199.
35. The roles of photorespiration and alternative electron acceptors in the responses 2022. P. 81–83. DOI: <https://doi.org/10.53040/abap6.2022.26>.
24. Dusenge M. E., Duarte A. G., Way D. A. Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO<sub>2</sub> and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration. *New phytologist*. 2019. Vol. 221 (1). P. 32–49. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.15283>.
25. Jacob P., Hirt H., Bendahmane A. The heat-shock protein/chaperone network and multiple stress resistance. *Plant Biotechnol. J.* 2017. Vol. 15. P. 405–414. DOI: <https://doi.org/10.1111/pbi.12659>.
26. Mohanty P., Kreslavski V., Klimov V. Heat Stress: Susceptibility, Recovery and Regulation. *Advances in Photosynthesis and Respiration* : book series. 2011. Vol. 34. P. 251–274. URL: [https://www.academia.edu/32664398/Molecular\\_Mechanisms\\_of\\_Stress\\_Resistance\\_of\\_Photosynthetic\\_Machinery](https://www.academia.edu/32664398/Molecular_Mechanisms_of_Stress_Resistance_of_Photosynthetic_Machinery) (last accessed: 25.01.2023).
27. Mohanty P. Perspective of membrane perception of temperature. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 2008. Vol. 14. P. 273–275. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1579-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1579-0_12).
28. Park C. J., Seo Y. S. Heat Shock Proteins: A review of the molecular chaperones for plant immunity. *Plant Pathol. J.* 2015. Vol. 31. P. 323–333. DOI: [10.5423/PPJ.RW.08.2015.0150](https://doi.org/10.5423/PPJ.RW.08.2015.0150).
29. Research Progress in J-Proteins in the Chloroplast / Lu Zhao et al. *Genes*. 2022. Vol. 13 (8). P. 1469. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes13081469>.
30. Rosenzweig R., Nillegoda N. B., Mayer M. P. The Hsp70 chaperone network. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2019. Vol. 20. P. 665–680. DOI: [10.1038/s41580-019-0133-3](https://doi.org/10.1038/s41580-019-0133-3).
31. Schaff D. Comparison of TTC and electrical conductivity heat tolerance screening techniques in Phaseolus. *Hort. Sci.* 1987. Vol. 22. P. 642–645.
32. Shen Z. Heat adaptability of the tomato. *Hort. Sci.* 1982. Vol. 17. P. 924–925.
33. Snedecor G. Statistical methods. *Plant Physiol.* Ames : Iowa State University Press, 1967. 593 p.

of photosynthesis to elevated temperatures in cowpea / I. Osei-Bonsu et al. *Plant, Cell and Environment*. 2021. Vol. 44 (7). P. 2290–2307. DOI: <https://doi.org/10.1111/pce.14026>.

36. Wang L., Ma K. B., Lu Z. G. Differential physiological, transcriptomic and metabolomic responses of *Arabidopsis* leaves under prolonged warming and heat shock. *BMC Plant Biol*. 2020. Vol. 20. P. 86. DOI: [10.1186/s12870-020-2292-y](https://doi.org/10.1186/s12870-020-2292-y).

37. Wery J., Silim E. Screening techniques and sources of tolerance to extremes of moisture. *Euphytica*. 1994. P. 73–83.

34. Suss K. Biosynthetic causes of *in vivo* acquired thermotolerance of photosynthetic light reaction. *Plant Physiol*. 1986. Vol. 81. P. 192–199.

35. The roles of photorespiration and alternative electron acceptors in the responses of photosynthesis to elevated temperatures in cowpea / I. Osei-Bonsu et al. *Plant, Cell and Environment*. 2021. Vol. 44 (7). P. 2290–2307. DOI: <https://doi.org/10.1111/pce.14026>.

36. Wang L., Ma K. B., Lu Z. G. Differential physiological, transcriptomic and metabolomic responses of *Arabidopsis* leaves under prolonged warming and heat shock. *BMC Plant Biol*. 2020. Vol. 20. P. 86. DOI: [10.1186/s12870-020-2292-y](https://doi.org/10.1186/s12870-020-2292-y).

37. Wery J., Silim E. Screening techniques and sources of tolerance to extremes of moisture. *Euphytica*. 1994. P. 73–83.

Отримано 24 лютого 2023 р.  
Погоджено до друку 10 березня 2023 р.

## **УРОЖАЙНІСТЬ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА НОРМИ ВИСІВУ В УМОВАХ ДОСТАТНЬОГО ЗВОЛОЖЕННЯ**

Для встановлення оптимальної норми висіву сортів амаранту в умовах достатнього зволоження було проведено польові дослідження на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Погодні умови в роки досліджень були досить контрастними і відрізнялися від середньобагаторічних даних як за сумою опадів, так і за рівнем температури. Було тепліше і випало більше опадів. У 2020 і 2022 рр. середня температура за вегетаційний період становила 15,3 °С, що на 0,5 °С вище від багаторічних даних. У 2021 р. вона (14,8 °С) відповідала середнім багаторічним даним. У 2020 р. за вегетаційний період опадів випало на 129 мм вище від норми, у 2021 р. – на 73 мм, у 2022 р. – на 28 мм. Досліджували шість норм висіву: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 млн схожих насінин на 1 га для шести сортів: Харківський 1, Ацтек, Лера, Сем, Студентський, Ультра.

Дослідженнями встановлено, що густина рослин мало залежала від сорту і перебувала в межах 25–28 рослин/м<sup>2</sup>. Норма висіву мала значно більший вплив на густоту рослин перед збиранням. За норми висіву 0,2 млн/га вона становила 14 рослин/м<sup>2</sup>, а за висіву 1,2 млн/га збільшилася лише до 32 рослин/м<sup>2</sup>, або на 18 рослин/м<sup>2</sup>. Найбільшою індивідуальною продуктивністю (12,5–34,0 г) за всіх норм висіву характеризувався сорт амаранту Харківський 1. Маса насіння з рослини була найвищою (17,6–34,0 г) у всіх сортів за норми висіву 0,2 млн/га. Оптимальним поєднанням елементів структури врожаю для формування найвищої продуктивності в сорту Харківський 1 було 20 рослин/м<sup>2</sup> і маса насіння з рослини 23,1 г. За такої ж густоти рослин і дещо меншої маси насіння з рослин (19,7 г) одержано найбільшу врожайність у сорту Лера. Найвищою маса 1000 насінин амаранту була в найурожайнішого сорту Харківський 1, де залежно від норми висіву коливалася в межах 0,86–0,92 г. Вона більше змінювалася під впливом сорту (0,14 г), ніж під впливом норми висіву (0,04 г). Збільшення норми висіву до 1,2 млн/га призводило до зменшення маси 1000 насінин до 0,79 г, тоді як за норми висіву 0,2 млн/га вона становила 0,83 г. Найвищу врожайність в середньому за три роки одержано в амаранту сорту Харківський 1 з нормою висіву 0,4 млн/га – 4,63 т/га. Найменша врожайність у середньому за три роки та за нормами висіву була в амаранту сорту Ультра. Сорти Ацтек та

Студентський забезпечили приріст урожайності порівняно з Ультра відповідно на 0,21 т/га (8,0 %) та 0,41 т/га (15,5 %). У сорту Сем приріст урожайності становив 0,82 т/га (31,1 %). Сорти Харківський 1 та Лера переважали сорт Ультра відповідно на 1,76 т/га (66,7 %) та 1,13 т/га (42,8 %).

Найменша врожайність у середньому за всіма досліджуваними сортами була за максимальної норми висіву. На варіанті з висівом 1,0 млн/га врожайність підвищилася до 3,35 т/га, що вище від норми висіву 1,2 млн/га на 0,11 т/га (3,4 %). За норми висіву 0,8 млн/га врожайність зросла на 0,19 т/га (5,7 %). Найбільший приріст одержано за норми висіву 0,6 млн/га – 0,22 т/га (6,8 %). Оптимальні норми висіву для сортів амаранту є такі: Харківський 1, Лера і Студентський – 0,4–0,6 млн/га, Сем – 0,6–0,8, Ацтек – 0,6–1,0, Ультра – 0,8–1,2 млн/га.

**Ключові слова:** амарант, сорт, норма висіву, структура врожаю, продуктивність.

**Mariia Tyrus, Volodymyr Lykhochvor**

Lviv National Environmental University

**The yield of amaranth depending on the variety and sowing rate in conditions of sufficient moisture**

In order to establish the optimal sowing rate of amaranth varieties in conditions of sufficient moisture, field studies were conducted on dark-gray podzolized soil. The weather conditions during the research years were quite contrasting and differed from the average multi-year data both in the amount of precipitation and in terms of temperature. Hydrothermal conditions differed from the average long-term data. It was warmer and more rain fell. In 2020 and 2022, the average temperature during the growing season was 15.3 °C, which is 0.5 °C higher than the long-term data. In 2021, it (14.8 °C) corresponded to the average long-term data. In 2020, 129 mm more fell during the growing season, in 2021 – 73 mm more, in 2022 – 28 mm more than normal. Six sowing rates were studied: 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2 million similar seeds per hectare for six varieties Kharkivskiyi 1, Aztec, Lera, Sem, Studentskiy, Ultra.

The research established that the density of plants depended little on the variety and was within 25–28 plants/m<sup>2</sup>. Seeding rate had a significantly greater effect on plant density before harvest. At the sowing rate of 0.2 million/ha, it was 14 plants/m<sup>2</sup>, and at the sowing rate of 1.2 million/ha, it increased only to 32 plants/m<sup>2</sup>, or by 18 plants/m<sup>2</sup>. Among the varieties of amaranth, the Kharkivskiyi 1 was characterized by the highest individual productivity (12.5–34.0 g) at all sowing rates. The mass of seeds per plant was the highest (17.6–34.0 g) in all varieties at the sowing rates of 0.2 million/ha. The optimal combination of elements of the crop structure for the formation of the highest productivity in the variety Kharkivskiyi 1 was 20 plants/m<sup>2</sup> and the weight of seeds per plant was 23.1 g. With the same density of plants and a slightly lower weight of seeds per plant (19.7 g), the highest yield was obtained in Lera variety. The highest weight of 1.000 amaranth seeds was in the most productive variety Kharkivskiyi 1, which, depending on the sowing rate, varied between 0.86 and 0.92 g. It changed more under the influence of the variety (0.14 g) than under the influence of the sowing rate (0.04 g). An increase

in the seeding rate to 1.2 million/ha led to a decrease in the weight of 1.000 seeds to 0.79 g, while at a seeding rate of 0.2 million/ha it was 0.83 g. The highest yield on average over three years was obtained in amaranth variety Kharkivskyi 1 with a sowing rate of 0.4 million/ha – 4.63 t/ha. the lowest yield on average over three years, according to sowing rates, was in amaranth of the Ultra variety. Aztec and Studentskyi varieties provided an increase in yield compared to Ultra, respectively by 0.21 t/ha (8.0 %) and 0.41 t/ha (15.5 %). In the Sem variety, the yield increase was 0.82 t/ha (31.1 %). Varieties Kharkivskyi 1 and Lera prevailed over the Ultra variety by 1.76 t/ha (66.7 %) and 1.13 t/ha (42.8 %), respectively.

The lowest yield on average for all studied varieties was at the maximum sowing rate. On the option with sowing 1.0 million/ha, the yield increased to 3.35 t/ha, which is higher than the norm of sowing 1.2 million/ha by 0.11 t/ha (3.4 %). At the sowing rate of 0.8 million/ha, the yield increased by 0.19 t/ha (5.7 %). The largest increase was obtained for sowing rates of 0.6 million/ha – 0.22 t/ha (6.8 %). The optimal sowing rates for amaranth varieties are as follows: Kharkivskyi 1, Lera and Studentskyi – 0.4–0.6 million/ha, Sem variety – 0.6–0.8, Aztec variety – 0.6–1.0, Ultra variety – 0.8–1.2 million/ha.

**Keywords:** amaranth, variety, sowing rate, crop structure, productivity.

**Вступ.** Амарант – псевдозлакова культура, яка належить до родини Амарантових. Має цінні поживні та лікувальні властивості. Ця рослина є джерелом ненасичених жирних кислот, білка, харчових волокон та мінералів [22]. Найважливішим компонентом амарантової олії є сквален [27].

Амарант широко використовують у сучасному оздоровчому харчуванні, косметичній та фармацевтичній промисловості, а також для профілактики та лікування деяких захворювань, таких як ішемічна хвороба серця, гіпертонія, цукровий діабет тощо [25].

Амарант був відомий ще в імперії інків, майя та ацтеків. На сьогодні амарант відкрито «заново». Культура мало культивована в часі і просторі. Тому потрібно вивчати більшість її елементів технології вирощування [3].

Амарант має значні перспективи для вирощування в Україні. В. В. Саратівський [14] відзначає, що для нього придатні навіть кліматичні умови Прикарпаття.

У сучасному аграрному виробництві з використанням вузького переліку вирощуваних культур важливим є залучення альтернативних видів [25, 36]. Амарант належить до культур, технології вирощування яких вивчено недостатньо. Але вони мають вищий вміст білка, не містять інгібіторів ферментів і алергенів, які присутні у злаках.

Є велике різноманіття культури амаранту, нараховують 60–70 їх видів [16]. Відзначено велику потребу в селекційних програмах для виведення нових сортів [11, 12, 30]. Багаті білком зерна кількох видів

(*A. Caudatus* L., *Amaranthus hypochondriacus* L. і *A. Cruentus* L.) споживають як псевдозлаки, їх називають зерновими амарантами [21, 18, 31].

*Amaranthus cruentus* (червоний амарант) можна вважати перспективною культурою завдяки його високій харчовій та функціональній цінності. Врожайність зерна восьми сортів *A. cruentus* незначно відрізняється від показників багатьох зернових культур, таких як ячмінь і овес, які традиційно використовують на корм тваринам. Він також добре пристосований до спекотного клімату, оскільки види амаранту, а також кукурудза та сорго належать до класу рослин із C4-фотосинтетичним шляхом зв'язування вуглецю, здатним максимізувати ефективність фотосинтезу в умовах високої інтенсивності світла та високих температур [22].

Зразки *Amaranthus cruentus* (Mexican та New Mexico) були стабільними та високопродуктивними ( $>2,7$  т насіння га<sup>-1</sup>), а *Amaranthus hypochondriacus* (помаранчевий гігант і бургундський) мав найвищий відсоток олії (завжди вище 5,7 %) [21].

Важливим видом є *A. Caudatus* L. Його культивують в Андах Перу, Болівії, Еквадору та Аргентини. *A. Caudatus* походить з того ж регіону на високогір'ї Анд, що й звичайна картопля. Досліджувані сорти мали відносно високий вміст білка: відповідно 14,6 і 14,7 % для Centenario і Oscar Blanco. Вміст жиру був дуже схожим для обох сортів – відповідно 10,1 і 10,2 % для Centenario і Oscar Blanco. Основним компонентом були вуглеводи: відповідно 82,8 і 82,0 % для Centenario і Oscar Blanco [20].

Важливим є вибір виду *A. hypochondriacus* як замітника традиційних зернових через наявність корисних для здоров'я біологічно активних сполук. Вміст протеїну і жиру був вищий, ніж у найважливіших зернових культур. Крім того, не лише кількість, але й ліпідний склад зерен *A. hypochondriacus* визначає його харчову цінність та корисні властивості для здоров'я [18].

Амарант належить до тих рослин, з якими селекційну роботу розпочато відносно недавно [13]. Важливим є виведення посухостійких сортів [26]. За допомогою селекції можна значно поліпшити якість зерна амаранту та підвищити його врожайність. Велику цінність мають нові сорти, які переважають за врожайністю вирощувані в певних ґрунтово-кліматичних умовах сорти, враховуючи, що витрати на виробництво насіння амаранту мінімальні.

Експерименти зі створення нових сортів тривають. Так, вказано, що результати досліджень з вивчення 10 сортів амаранту з

урожайністю 2,2–3,2 т/га можуть бути використані для селекційних програм [35].

Під час досліджень вивчали 32 колекційних зразки чотирьох видів амаранту, а саме: *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus hypochondriacus*. Виділені в результаті досліджень зразки амаранту можуть бути використані як цінний вихідний матеріал для ведення селекції амаранту на продуктивність і адаптивність [13].

У дослідженнях І. Т. Гопцій з співавт. [1] визначено конкретний морфотип рослин цієї культури, який відповідає певному напрямку використання. Сорти зернового типу мають такі ознаки: низькорослість рослин (до 1 м), нерозгалуженість, з великою щільною або напівщільною волоттю, з високим відсотком жіночих квіток, дружним дозріванням; насіння білого, золотистого або рожевого кольору з масою 1000 насінин до 1 г, вміст сирого протеїну до 18,0–19,0 %, крохмалю – 58,0–59 %, урожайність зерна – до 30 ц/га; придатність до механізованого збирання. Зернову групу амарантів характеризують також такі ознаки, як довжина волоті, продуктивність волоті, вологість насіння під час збирання та його поживні якості.

Розширенню посівних площ амаранту буде також сприяти створення високопродуктивних сортів для різних ґрунтово-кліматичних умов. Значний обсяг досліджень з цього напрямку в Україні виконано в Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України (Стерх, Кремівий ранній, Кармін), Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН (Легінь, Ацтек, Орхідея, Котигорошок), Харківському НАУ імені В. В. Докучаєва (Ультра, Харківський 1, Надія, Студентський, Сем, Роганський) [5]. З-поміж сортів Ультра належить до ранньостиглих, Харківський 1 – до середньостиглих, Рушничок – до пізньостиглих.

Станом на 2021 р. в Україні зареєстровано 19 сортів амаранту [5], який має різнобічне призначення, найбільше його використовують як зернову культуру (7 сортів), але є сорти для озеленення, силосування, а також лікувального призначення [10].

В Україні найпоширеніші сорти амаранту Харківський-1, Лікувальний, Ультра, Студентський, Геліос, Сем та ін. [9].

Сорт значною мірою впливає також на якість зерна. У результаті досліджень рекомендують сорти Plenitude і Норі Red Dye як цінний вибір за вмістом у зерні амаранту поліфенолів, протеїну та властивостями антиоксидантної активності. Вміст білка коливався в широкому діапазоні (12,34–37,25 %), найвищим він був у сорту Норі Red Dye [28].

Маса 1000 насінин має прямі кореляційні зв'язки з якістю зерна, а саме з вмістом білка [23]. Урожайність листя негативно корелює з урожайністю насіння [24].

Дослідження, проведені в умовах Польщі, показали, що вміст жиру і токоферолів був вищим у сорту Ацтек [32] і його кількість зростала з підвищенням норми добрив до  $N_{130}P_{70}K_{70}$  [33].

Досліджувані зразки амаранту мали дуже різні показники якості. Загальний вміст олії коливався в межах 6,42–12,53 %, лінолевої кислоти – 25,68–54,34 %, олеїнової – 21,97–42,01 % від загальної кількості жирних кислот, загальний вміст білка становив 7,84–18,01 %, серед важливих незамінних амінокислот відзначено вміст лізину (0,66–11,12 г/16 г N), метіоніну (0,35–4,80 г/16 г N). Як видно, виявлено перспективні зразки з високою якістю: вміст білка >16 %, олії >11 %, лізину >7,5 г/16 г азоту, що вище ніж значення, повідомлені FAO. Вони можуть бути використані як потенційний селекційний матеріал для підвищення поживності шляхом генетичного вдосконалення [34]. Отримані результати свідчать про те, що насіння сортів амаранту, отриманих опроміненням, має високий поживний потенціал і може використовуватися як додаткова культура в раціоні людини [23].

Для цієї відносно нової культури потрібно вивчати й уточнювати більшість елементів технології [17]. Особливо це стосується пошуку оптимальних норм висіву для нових сортів в умовах певної ґрунтово-кліматичної зони.

Відзначено, що немає даних про оптимальну щільність рослин амаранту, внаслідок багатьох експериментів отримано різні, часом суперечливі результати. Для оптимізації норми висіву два генотипи *Amaranthus cruentus* (сорт Амар) та *Amaranthus hypochondriacus* (сорт Анна) було висіяно в кількості 17; 35; 70 та 140 рослин/м<sup>2</sup> з міжряддям 30 см. Результати показують вплив сорту на масу 1000 насінин, середня маса 1000 насінин для Амара становила 0,61 г і для Анни – 0,65 г, але сорт істотно не впливає на врожайність насіння. Збільшення популяції рослин зменшило масу 1000 насінин, і в обох сортів маса 1000 насінин була більша за 17 рослин на м<sup>2</sup>. Найвищу врожайність насіння отримано на варіанті із 140 рослин на м<sup>2</sup>. Збільшення густоти рослин від 17 до 140 шт./м<sup>2</sup> приводить до зростання врожайності зерна для сорту Анна від 1197 до 8447 кг/га, а для сорту Амар – від 982 до 6685 кг/га [18].

Дослідження в Східній Австрії були спрямовані на встановлення оптимальної густоти посівів адаптованих зернових генотипів амаранту. Сорти Neuer Typ, Mittlerer Typ (*A. hypochondriacus*) і Amar (*A. cruentus*) вивчали при густоті 8; 17 і

35 рослин/м<sup>2</sup>. Урожайність за ручного збирання становила від 2200 до 3000 кг/га без істотних генотипових відмінностей. Генотипи відрізнялися масою 1000 насінин (0,55–1,04 г), періодом від сівби до збирання (97–130 діб). Якість зерна була в таких діапазонах: вміст сирого протеїну 15,2–18,6 %, сирого жиру – 5,4–8,6 %, сирогої клітковини – 3,5–4,2 %, золи – 2,7–3,2 %, вуглеводів – 66,7–72,7 %. Зроблено висновок, що густина посіву не впливала ні на врожайність, ні на якість зерна [20].

Оптимальною нормою висіву при використанні на зерно для всіх сортів є 0,9 кг/га. У середньому за три роки врожай за такої норми висіву перевищував більш зріджені посіви на 9,6–31,6 %, а більш загушені – на 21,2–38,8 %. Дослідженнями сортового складу амаранту визначено напрями вирощування: на корм більш перспективним є сорт Ацтек, а на зерно – Ультра. У першому випадку Ацтек перевищує Ультра на 2,1, а в другому Ультра переважає Ацтек на 51,6 %. Встановлені математичні моделі дозволяють зробити висновок, що оптимальною є густина стояння 54,8 рослини амаранту на 1 м<sup>2</sup> (сорт Ультра) та 44,7 рослин/м<sup>2</sup> (сорт Орхідея) [8].

Насіннева продуктивність усіх трьох видів амаранту була найвищою в рослин, розміщених за схемою 45x10 см. З урахуванням варіабельності густоти стояння рослин амаранту залежно від умов року (коефіцієнт варіації 29 %) для забезпечення оптимальної густоти рослин при рядковому способі сівби за схемою 15x10 см оптимальною нормою висіву є 0,8 кг/га (1,16 млн), широкорядному (45x10 см) – 0,55 кг (0,80 млн схожих насінин на 1 га) [2]. У результаті проведення досліджень вказано точну норму висіву (1,0 млн/га) [6], 0,65 млн/га [7] або широкий діапазон норм висіву: від 0,5 до 5,0 кг/га [15].

**Матеріали і методи.** Для встановлення оптимальних норм висіву сортів амаранту у зоні достатнього зволоження Західного Лісостепу України у 2020–2022 рр. на експериментальній базі Львівського національного університету природокористування проводили польові дослідження. Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий з умістом гумусу 2,3 %, легкогідролізного азоту – 80–84 мг, рухомих форм фосфору і калію (за методикою Чирикова) – відповідно 108–114 мг і 98–108 мг на 1 кг Ґрунту. Реакція Ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН сольової витяжки – 6,0.

Гідротермічні умови відрізнялися від середніх багаторічних даних. Було тепліше і випало більше опадів. У 2020 і 2022 рр. середня температура за вегетаційний період становила 15,3 °С, що на 0,5 °С вище від багаторічних даних. У 2021 р. вона (14,8 °С) відповідала

середнім багаторічним даним. У 2020 р. за вегетаційний період випало на 129 мм вище від норми, у 2021 р. – на 73 мм, у 2022 р. – на 28 мм.

Облікова площа – 30 м<sup>2</sup>, повторність досліду – триразова. Розміщення ділянок – систематичне. Досліджували шість норм висіву: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 млн схожих насінин на 1 га для шести сортів амаранту: Харківський 1, Ацтек, Лера, Сем, Студентський, Ультра.

Попередником амаранту була пшениця озима, після збирання якої проводили дискування стерні та в жовтні зяблеву оранку. Восени під оранку внесли фосфорні й калійні добрива – P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>. Навесні закривали вологу важкими боронами. Під передпосівну культивуацію вносили N<sub>160</sub>. Пів норми азоту N<sub>80</sub> застосовували у вигляді аміачної селітри, другу половину N<sub>80</sub> – у вигляді карбаміду. Сіяли рядковим способом з міжряддями 45 см на глибину 1 см у третій декаді квітня в усі три роки досліджень. Використовували сівалку Хорш Пронто 4 ДС. Для боротьби з бур'янами використовували міжрядні обробітки та гербицид фюзилад Форте (1,0 л/га). Обприскування проводили ранцевим оприскувачем з розрахунку витрати 200 л/га робочого розчину. Скошували амарант у фазі повної стиглості насіння в нижній і середній частинах волоті, після підсихання обмолочували.

Статистичний аналіз даних проводили за допомогою пакетів «Microsoft Excel» і «Statistica 6».

**Результати та обговорення.** Для реалізації потенціалу врожайності агроценозу важливе значення має встановлення оптимальної густоти рослин на одиниці площі, яка б відповідала біологічним особливостям культури, кліматичним умовам зони, елементам технології вирощування тощо. Густота рослин перед збиранням є одним із найважливіших показників структури врожаю. Результати наших досліджень показують, що густота рослин була майже однаковою в усіх сортів і змінювалася в діапазоні 25–28 рослин/м<sup>2</sup> (табл. 1).

Цілком закономірно на щільність рослин значно більше впливав інший досліджуваний чинник – норма висіву. Адже варіанти відрізнялися на 0,2 млн/га, або на 20 рослин/м<sup>2</sup>. Очікувано менша густота рослин була за нижчих норм висіву. З урахуванням зменшення густоти рослин внаслідок втрат під час польової схожості та особливо виживання за вегетаційний період одержано такі результати. За норми висіву 0,2 млн/га густота рослин перед збиранням становила 14 рослин/м<sup>2</sup>. На варіанті з нормою висіву 0,4 млн/га вона збільшилася до 21 рослин/м<sup>2</sup>, або на 7 рослин/м<sup>2</sup>. Збільшення норми висіву до 0,6 та 0,8 млн/га привело до зростання щільності відповідно до 26 та 31 рослин/м<sup>2</sup>, що більше на 5 рослин/м<sup>2</sup> до попереднього варіанта. За

найвищих норм висіву (1,0 та 1,2 млн/га) густина майже не зростала (32 рослин/м<sup>2</sup>) внаслідок погіршення умов росту, збільшення внутрішньовидової конкуренції та зниження виживання рослин.

### 1. Густина рослин перед збиранням (2020–2022 рр.), шт./м<sup>2</sup>

Сорт	Норма висіву, млн/га схожих насінин						Середнє за сортами
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2 (конт-роль)	
Харківський 1	13	20	25	29	31	33	25
Ацтек	14	21	26	29	30	31	25
Лера	14	20	25	30	31	31	25
Сем	14	21	26	31	32	32	26
Студентський	14	22	27	32	33	33	27
Ультра (стандарт)	14	23	28	32	34	35	28
Середнє за нормами висіву	14	21	26	31	32	32	

Вирівнювання густоти стояння рослин стало наслідком різного рівня виживання рослин. За висіву 20 насінин на м<sup>2</sup> до збирання залишалось 14 рослин/м<sup>2</sup>, або виживало 70 %, а за максимальної норми висіву 120 насінин/м<sup>2</sup> перед збиранням одержали 32 рослин/м<sup>2</sup>, або вижило лише 27 %.

Іншим важливим показником структури врожаю є маса насіння з однієї рослини. Вона змінювалася у значному діапазоні як під впливом норми висіву, так і сорту. Найвищою маса зерна була в сорту Харківський 1, залежно від норми висіву вона змінювалася від 34,0 до 12,5 г (табл. 2). Високою продуктивність суцвіття залишалася також у сорту Лера – від 26,6 до 11,5 г. У сорту Сем маса зерна з рослини в середньому за нормами висіву була на рівні 14,4 г. У сортів Студентський та Ацтек вона була нижчою відповідно 12,5 та 12,1 г. Найнижчим цей показник був у сорту Ультра – 10,4 г.

Ще більше на індивідуальну продуктивність рослини амаранту впливала норма висіву. Очікувано вона була найвища за меншої щільності рослин на одиниці площі, де залежно від сорту становила 17,6–34,0 г (табл. 2). Маса насіння з рослини має прямий кореляційний зв'язок з урожайністю,  $r = 0,99$ . Високим цей показник залишався також за норми висіву 0,4 млн/га – 11,0–23,1 г. За збільшення норми висіву маса насіння з рослини закономірно зменшувалася і найнижчою була на варіанті з висівом 1,2 млн/га – 7,7–12,5 г.

**2. Маса насіння з рослини (2020–2022 рр.), г**

Сорт	Норма висіву, млн/га схожих насінин						Середнє за сортами
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2 (конт-роль)	
Харківський 1	34,0	23,1	18,2	15,2	13,7	12,5	19,4
Ацтек	19,0	13,2	11,2	10,3	9,7	9,1	12,1
Лера	26,6	19,7	15,6	12,6	11,9	11,5	16,3
Сем	23,6	16,6	13,9	11,6	10,8	10,2	14,4
Студентський	21,6	14,2	11,8	9,6	9,1	8,8	12,5
Ультра (стандарт)	17,6	11,0	9,4	8,5	8,2	7,7	10,4
Середнє за нормами висіву	23,7	16,3	13,3	11,3	10,6	10,0	

Найвищий рівень урожайності зерна сортів амаранту формувався за різних показників структури врожаю. У сорту Харківський 1 оптимальним їх поєднанням було 20 рослин/м<sup>2</sup> та маса насіння з рослини 23,1 г (табл. 3). За такої ж густоти рослин і дещо меншої маси насіння з рослин (19,7 г) одержано найбільшу врожайність у сорту Лера. Інші сорти найвищу врожайність формували за вищої густоти рослин і меншої їх індивідуальної продуктивності. Так, у сортів Ацтек та Ультра оптимальне поєднання густоти рослин і маси зерна з рослини було на рівні відповідно 29 рослин/м<sup>2</sup> та 10,3 г і 34 рослин/м<sup>2</sup> та 8,2 г. Слід відзначити, що за такої структури врожаю, з більшою густиною рослин, формувалася нижча врожайність зерна.

**3. Оптимальні елементи структури для формування найвищої врожайності сортів амаранту (2020–2022 рр.)**

Сорт	Найвища врожайність, т/га	Норма висіву, насінин/м <sup>2</sup>	Кількість рослин на м <sup>2</sup> перед збиранням, шт.	Маса насіння з рослини, г
Харківський 1	4,63	40	20	23,1
Ацтек	3,00	80	29	10,3
Лера	3,95	40	20	19,7
Сем	3,61	60	26	13,9
Студентський	3,18	60	27	11,8
Ультра (стандарт)	2,78	100	34	8,2

Показник маси 1000 насінин був стабільнішим і мало змінювався під впливом досліджуваних чинників. Під впливом сорту зміни були вагоміші (0,14 г), ніж під впливом норми висіву (0,04 г). Найвищою вона була в найурожайнішого сорту Харківський 1, де залежно від норми висіву коливалася в межах 0,86–0,92 г (табл. 4); високою залишалася також у сортів Лера та Сем, в середньому за нормами висіву – відповідно 0,82 та 0,81 г. У сортів Ацтек, Студентський та Ультра маса 1000 насінин була нижчою і становила 0,79; 0,78; 0,75 г.

#### 4. Маса 1000 насінин (2020–2022 рр.), г

Сорт	Норма висіву, млн/га схожих насінин						Середнє за сортами
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2 (конт-роль)	
Харківський 1	0,92	0,91	0,89	0,89	0,88	0,86	0,89
Ацтек	0,80	0,80	0,79	0,78	0,78	0,78	0,79
Лера	0,84	0,84	0,82	0,82	0,81	0,80	0,82
Сем	0,84	0,83	0,81	0,81	0,80	0,79	0,81
Студентський	0,80	0,80	0,79	0,78	0,76	0,76	0,78
Ультра (стандарт)	0,77	0,76	0,75	0,75	0,74	0,73	0,75
Середнє за нормами висіву	0,83	0,82	0,81	0,80	0,80	0,79	

Маса 1000 насінин закономірно знижувалася в усіх сортів амаранту за збільшення норми висіву. Якщо на варіанті з висівом 0,2 млн/га в сорту Харківський 1 вона була найвищою у досліді і становила 0,92 г, то за висіву 1,2 млн/га знизилася до 0,86 г, або на 0,06 г. Найменше змінювалася маса 1000 насінин під впливом норми висіву у сорту Ацтек – з 0,80 до 0,78 г, або лише на 0,02 г. У загальному за нормами висіву сортів варіанти відрізнялися на 0,01 г.

Подібні дані одержали М. Г. Гусев і Д. П. Войташенко [4]. За результатами досліджень в умовах Лівобережного Лісостепу України маса 1000 насінин коливалася залежно від умов року та становила в сорту Ультра 0,51–0,68 г та в сорту Студентський – 0,57–0,71 г.

У наших дослідженнях сорт амаранту мав значний вплив на врожайність. Так, найвищу врожайність забезпечував сорт Харківський 1, і залежно від норми висіву вона становила 4,63–4,14 т/га (табл. 5). Високою залишалася врожайність зерна також у сорту Лера, в середньому за нормами висіву вона становила 3,77 т/га. У сорту Сем урожайність досягала 3,46 т/га, а в сорту Студентський –

3,05 т/га. Урожайність у сортів Ацтек і Ультра була менше 3 т/га і становила відповідно 2,85 і 2,64 т/га. Така закономірність формування врожаю в сортів була за всіх досліджуваних норм висіву.

### 5. Урожайність амаранту залежно від сорту і норми висіву (2020–2022 рр.), т/га

Сорт	Норма висіву, млн/га схожих насінин						Середнє за сортами
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2 (конт-роль)	
Харківський 1	4,42	<b>4,63</b>	<b>4,55</b>	4,42	4,26	4,14	<b>4,40</b>
Ацтек	2,66	2,78	<b>2,92</b>	<b>3,00</b>	<b>2,91</b>	2,83	<b>2,85</b>
Лера	3,72	<b>3,95</b>	<b>3,90</b>	3,78	3,70	3,58	<b>3,77</b>
Сем	3,31	3,48	<b>3,61</b>	<b>3,60</b>	3,47	3,28	<b>3,46</b>
Студентський	3,03	<b>3,12</b>	<b>3,18</b>	3,08	3,01	2,90	<b>3,05</b>
Ультра (стандарт)	2,46	2,54	2,63	<b>2,73</b>	<b>2,78</b>	<b>2,70</b>	<b>2,64</b>
Середнє за нормами висіву	<b>3,27</b>	<b>3,42</b>	<b>3,46</b>	<b>3,43</b>	<b>3,35</b>	<b>3,24</b>	

HP<sub>05</sub> 2020 р. А – 0,07

В – 0,07

AB – 0,18

2021 р.

А – 0,05

В – 0,05

AB – 0,13

2022 р. А – 0,05

В – 0,05

AB – 0,12

Рівень впливу норми висіву на врожайність амаранту був значно нижчим (0,22 т/га) порівняно з впливом сорту (1,76 т/га). Також сорти по-різному реагували на досліджувані норми висіву. Високорослі сорти Харківський 1 та Лера найвищий рівень урожайності формували за норми висіву 0,4 млн/га – відповідно 4,63 та 3,95 т/га (табл. 5). Високою вона залишалася також за висіву 0,6 млн/га – 4,55 та 3,90 т/га. Збільшення чи зменшення норми висіву призводило в цих двох сортів до зниження врожайності посівів. У сорту Студентський спостерігали подібну закономірність, лише норма висіву 0,6 млн/га забезпечувала дещо вищу продуктивність (3,18 т/га) порівняно з нормою 0,4 млн/га (3,12 т/га). Сорт Сем найвищу врожайність формував за більших норм висіву; за висіву 0,6 млн/га врожайність становила 3,61 т/га, а за норми висіву 0,8 млн/га – 3,60 т/га.

Сорти з найменшою врожайністю вищу продуктивність забезпечували за ще більших норм висіву і в ширшому їх діапазоні. Так, у сорту Ацтек урожайність була вищою за норм висіву 0,6; 0,8; 1,0 млн/га, а в сорту Ультра – за норм висіву 0,8; 1,0; 1,2 млн/га.

Отже, найменша врожайність у середньому за три роки та за нормами висіву була в амаранту сорту Ультра. Сорти Ацтек та Студентський забезпечили приріст урожайності порівняно з Ультра відповідно на 0,21 т/га (8,0 %) та 0,41 т/га (15,5 %) (табл. 6). У сорту Сем приріст урожайності становив 0,82 т/га (31,1 %). Сорти Харківський 1 та Лера переважали сорт Ультра відповідно на 1,76 т/га (66,7 %) та 1,13 т/га (42,8 %).

### 6. Приріст урожайності залежно від сорту

Сорт	Урожайність, т/га	Приріст урожаю	
		т/га	%
Харківський 1	4,40	1,76	66,7
Ацтек	2,85	0,21	8,0
Лера	3,77	1,13	42,8
Сем	3,46	0,82	31,1
Студентський	3,05	0,41	15,5
Ультра (стандарт)	2,64	-	-

Найменшою врожайність у середньому за всіма досліджуваними сортами була за максимальної норми висіву (табл. 7). На варіанті з висівом 1,0 млн/га врожайність підвищилася до 3,35 т/га, що вище від норми висіву 1,2 млн/га на 0,11 т/га (3,4 %). За норми висіву 0,8 млн/га врожайність зросла на 0,19 т/га (5,7 %). Найбільший приріст одержано за норми висіву 0,6 млн/га – 0,22 т/га (6,8 %). Подальше зменшення норми висіву призводило до зниження приросту врожайності.

### 7. Приріст урожайності залежно від норми висіву

Норма висіву, млн/га	Урожайність, т/га	Приріст урожаю	
		т/га	%
0,2	3,27	0,03	0,9
0,4	3,42	0,18	5,6
0,6	3,46	0,22	6,8
0,8	3,43	0,19	5,7
1,0	3,35	0,11	3,4
1,2 (контроль)	3,24	-	-

### Висновки

1. Густина рослин перед збиранням за норми висіву 0,2 млн/га становила 14 рослин/м<sup>2</sup>, а за висіву 1,2 млн/га збільшилася лише до 32 рослин/м<sup>2</sup>, або на 18 рослин/м<sup>2</sup>. Густина рослин мало залежала від сорту і перебувала в межах 25–28 рослин/м<sup>2</sup>.

2. Маса насіння з рослини була найвищою (17,6–34,0 г) у всіх сортів за норми висіву 0,2 млн/га. Серед сортів амаранту найбільшою індивідуальною продуктивністю (12,5–34,0 г) за всіх норм висіву характеризувався сорт Харківський 1.

3. Оптимальним поєднанням елементів структури врожаю для формування найвищої продуктивності в сорту Харківський 1 було 20 рослин/м<sup>2</sup> і маса насіння з рослини 23,1 г. За такої ж густоти рослин і дещо меншої маси насіння з рослин (19,7 г) одержано найбільшу врожайність у сорту Лера. Інші сорти вищу врожайність формували за меншої маси зерна з рослини і більшої кількості рослин на м<sup>2</sup>.

4. Маса 1000 насінин амаранту більше змінювалася під впливом сорту (0,14 г), ніж під впливом норми висіву (0,04 г). Найвищою вона була в найурожайнішого сорту Харківський 1, де залежно від норми висіву коливалася в межах 0,86–0,92 г. Збільшення норми висіву до 1,2 млн/га призводило до зменшення маси 1000 насінин до 0,79 г, тоді як за норми висіву 0,2 млн/га вона становила 0,83 г.

5. Найвищу врожайність одержано в амаранту сорту Харківський 1 з нормою висіву 0,4 млн/га – 4,63 т/га. Оптимальні норми висіву для сортів амаранту є такі: Харківський 1, Лера і Студентський – 0,4–0,6 млн/га, Сем – 0,6–0,8 млн/га, Ацтек – 0,6–1,0 млн/га, Ультра – 0,8–1,2 млн/га.

#### Список використаної літератури

1. Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування / Гопцій Т. І. та ін. Харків : ХНАУ, 2018. 362 с.
2. Гопцій Т. І. Агроекологічні й агротехнічні основи введення амаранту в культуру в Лівобережному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / Ін-т цукр. буряків УААН. Київ, 2004. 38 с.
3. Гудковська Н. Б., Гопцій Т. І. Урожайність зерна амаранту залежно від строків та способів сівби в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія "Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання"*. 2018. Вип. 2. С. 112–124.
4. Гусев М. Г., Войташенко Д. П. Продуктивність амаранту зернового напрямку залежно від способу сівби та норми висіву. *Зрошуване землеробство*. 2006. Вип. 46. С. 109–112.

#### References

1. Amaranth: breeding, genetics and growing prospects / Hoptsiy T. I. et al. Kharkiv : KhNAU, 2018. 362 p.
2. Hoptsiy T. I. Agroecological and agro-technical bases of the introduction of amaranth into culture in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine : autoref. of thesis for obtaining sciences degree of dr. agric. sciences : spec. 06.01.09 «Plant growing» / In-t tsukr. buriakiv UAAN. Kyiv, 2004. 38 p.
3. Hudkovska N. B., Hoptsiy T. I. The yield of amaranth grain depending on the terms and methods of sowing in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya "Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia"*. 2018. Issue 2. P. 112–124.
4. Husiev M. H., Voitashenko D. P. Productivity of grain amaranth depending on the method of sowing and the rate of

5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. С. 339. URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/uploads/public/619/f7c/16b/619f7c16b87c8524959909.pdf> (дата звернення: 06.12.2021).
6. Дудка М. І. Вплив способу сівби, норми висіву і рівня мінерального живлення на продуктивність амаранту волотистого. *Рослинництво і ґрунтознавство*. 2020. Т. 11, № 1. С. 23–32. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.023>.
7. Дудка М. І. Перспективи використання амаранту в кормовиробництві Північного Степу України. *Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи* : зб. наук. пр. II Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кам'янець-Подільський, 25–26 квіт. 2016 р.). Тернопіль : Крок, 2016. С. 233–236.
8. Когут С. Г. Оптимізація заходів посівного комплексу амаранту в умовах Південного Степу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / Херсон. держ. аграр. ун-т. Херсон, 2006. 16 с.
9. Ланія І. Ф. Дослідження високобілкової рослини сировини – амаранту в контексті товарознавчих властивостей посічених напівфабрикатів. *Вісник Львівського торгівельно-економічного університету. Серія Технічні науки*. 2020. № 24. С. 75–79. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-23-30>.
10. Ланія І. Ф. Удосконалення товарознавчих властивостей посічених м'ясних напівфабрикатів з використанням продуктів переробки зерна амаранту : дис... канд. техн. наук : 05.18.15 / Львів. торговельно-екон. ун-т. Львів, 2021. 225 с.
11. Лиманська С. В. Мілливисть та зв'язки деяких морфологічних ознак амаранту (*AMARANTHUS L.*). С. 165–174. URL: <http://genres.com.ua/assets/files/9/165.pdf> (дата звернення: 28.05.2021).
12. Лиманська С. В. Поліморфізм морфологічних ознак, ізoferментних і молекулярно-генетичних маркерів у зернових видів амаранта (*Amaranthus L.*) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня sowing. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2006. Issue 46. P. 109–112.
5. State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2021. P. 339. URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/uploads/public/619/f7c/16b/619f7c16b87c8524959909.pdf> (last accessed: 06.12.2021).
6. Dudka M. I. Influence of sowing method, sowing rate and mineral level feeding on the productivity of panicle amaranth *Roslynnystvo i ґruntoznnavstvo*. 2020. Vol. 11, No 1. P. 23–32. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.023>.
7. Dudka M. I. Prospects for the use of amaranth in fodder production in the Northern Steppe of Ukraine. *Selektsiia, nasimytstvo, tekhnologii vyroshchuvannia krupianykh ta inshykh silskohospodarskykh kultur: dosiahnennia i perspektvy* : zb. nauk. pr. II Mizhnar. nauk.-prakt. conf. (m. Kamianets-Podilskyyi, 25–26 kvit. 2016 r.). Ternopil : Krok, 2016. P. 233–236.
8. Kohut S. H. Optimization of amaranth sowing complex measures in the conditions of the Southern Steppe : autoref. of thesis for obtaining sciences degree of dr. agric. sciences : spec. 06.01.09 «Plant growing» / Kherson. derzh. ahrar. un-t. Kherson, 2006. 16 p.
9. Lanytsia I. F. Research of high-protein vegetable raw material – amaranth in the context of merchandising properties of chopped semi-finished products. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Serii Tekhnichni nauky*. 2020. No 24. P. 75–79. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-23-30>.
10. Lanytsia I. F. Improving the marketing properties of chopped meat semi-finished products using amaranth grain processing products : dys. ... cand. tekhn. nauk : 05.18.15 / Lviv. torhovelno-ekon. un-t. Lviv, 2021. 225 p.
11. Lymanska S. V. Variability and relationships of some morphological characters of amaranth (*AMARANTHUS L.*). P. 165–174. URL: <http://genres.com.ua/assets/files/9/165.pdf> (last accessed: 28.05.2021).

канд. біол. наук : спец. 03.00.15 «Генетика» / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики. Київ, 2014. 20 с.

13. Несміян О. В., Гопцій Т. І. Адаптивний потенціал зернового амаранту в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Харківського національного університету. Серія Рослинництво, селекція і насінництво, плодощовивництво і зберігання*. 2015. № 1. С. 98–106.

14. Саратівський В. В. Вирощування і застосування амаранту на Прикарпатті. *Науковий вісник / Український державний лісотехнічний університет*. 2004. Вип. 14.8. С. 307–312.

15. Хазем Калаи Х., Боса К., Гроховска А. Щирица (амарант) – одна из первых сельскохозяйственных культур, выращиваемая человеком. *Зерно*. 2010. № 7. URL: <https://www.zernoua.com/journals/2010/iyun-2010-god/shchirica-amarant-odna-iz-pervyh-selskohozyaystvennyh-kultur-vyrashchivayemaya-chelovekom/> (дата обращения: 07.02.2023).

16. Agronomic, chemical, and antioxidant characterization of grain amaranths grown in a Mediterranean environment / F. Gresta et al. *Crop Sci*. 2017. Vol. 57. P. 2688–2698. DOI: 10.2135/cropsci2016.06.0531.

17. Alegbejo J. O. Nutritional value and utilization of amaranthus (*Amaranthus spp.*) – A review. *Bayero. Journal of Pure and Applied Science*. 2015. Vol. 6, No 1. P. 136–143.

18. *Amaranthus hypochondriacus* L. as a sustainable source of nutrients and bioactive compounds for animal feeding / M. Oteri et al. *Antioxidants*. 2021. Vol. 10, Issue 6. P. 876–890. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10060876>.

19. Arendt E. K., Zannini E. Cereal Grains for the Food and Beverage Industries, Amaranth. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 2013. P. 439–473. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857098924.439>.

20. Arezoo Pourfarid, Behnam Kamkar and Gholam Abbas Akbari. The effect of density on yield and some agronomical and physiological traits of Amaranth (*Amaranthus*

12. Lymanska S. V. Polymorphism of morphological features, isoenzyme and molecular genetic markers in amaranth grain species (*Amaranthus* L.): autoref. of thesis for obtaining sciences degree of dr. agric. sciences : spec. 03.00.15 «Genetics» / NAN Ukrainy, In-t fiziologii roslyn i henytyky. Kyiv, 2014. 20 p.

13. Nesmiiian O. V., Hoptsii T. I. Adaptive potential of grain amaranth in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Kharkivskoho nationalnoho universytetu. Seriiia Roslynnystvo, selektsiia i nasinnystvo, plodoovochivnystvo i zberihannia*. 2015. No 1. P. 98–106.

14. Sarativskyy V. V. Cultivation and use of amaranth in the Carpathians. *Naukovyi visnyk / Ukrainyskiy derzhavnyi lisotekhnichnyi universytet*. 2004. Issue 14.8. P. 307–312.

15. Khazem Kalai Kh., Bosa K., Grokhovska A. Amaranth is one of the first agricultural crops grown by humans. *Zerno*. 2010. No 7. URL: <https://www.zernoua.com/journals/2010/iyun-2010-god/shchirica-amarant-odna-iz-pervyh-selskohozyaystvennyh-kultur-vyrashchivayemaya-chelovekom/> (last accessed: 07.02.2023).

16. Agronomic, chemical, and antioxidant characterization of grain amaranths grown in a Mediterranean environment / F. Gresta et al. *Crop Sci*. 2017. Vol. 57. P. 2688–2698. DOI: 10.2135/cropsci2016.06.0531.

17. Alegbejo J. O. Nutritional value and utilization of amaranthus (*Amaranthus spp.*) – A review. *Bayero. Journal of Pure and Applied Science*. 2015. Vol. 6, No 1. P. 136–143.

18. *Amaranthus hypochondriacus* L. as a sustainable source of nutrients and bioactive compounds for animal feeding / M. Oteri et al. *Antioxidants*. 2021. Vol. 10, Issue 6. P. 876–890. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10060876>.

19. Arendt E. K., Zannini E. Cereal Grains for the Food and Beverage Industries, Amaranth. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 2013. P. 439–473. DOI:

- spp.) *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 2014. 3 (12). P. 1256–1259.
21. Das S. Amaranthus: A Promising Crop of Future. Springer Science+Business Media Singapore, 2016. P. 173. DOI: 10.1007/978-981-10-1469-7.
22. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*) / R. Repo-Carrasco-Valencia et al. *J. Cereal Sci.* 2009. Vol. 49, Issue 2. P. 219–224.
23. Differences in Seed Weight, Amino Acid, Fatty Acid, Oil, and Squalene Content in  $\gamma$ -Irradiation-Developed and Commercial Amaranth Varieties (*Amaranthus* spp.) / M. Szabóová et al. *Plants*. 2020. 9. 1412. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9111412>.
24. Genetic interrelationship among nutritional and quantitative traits in the vegetable amaranth / S. Shukla et al. *Crop. Breed. Appl. Biotechnol.* 2010. 10. P. 16–22.
25. Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate / S. Grobelnik Mlakar et al. *J. for Geography*. 2010. 5 (1). P. 135–145.
26. Jamalluddin N., Massawe F. J., Symonds R. C. Transpiration efficiency of Amaranth (*Amaranthus* sp.) in response to drought stress. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2018. 1–12. P. 448–459. DOI: 10.1080/14620316.2018.1537725.
27. Kaźmierczak A., Bolesławska I., Przysławski J. Szarłat – jego wykorzystanie w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób cywilizacyjnych. *Nowiny Lekarskie*. 2011. 80 (3). P. 192–198.
28. Phytochemical composition and antioxidant activity of various grain *Amaranth* cultivars / A. Stănilă et al. *Not. Bot. Horti Agrobot.* 2019. Vol. 47, No 4. P. 1153–1160. DOI: 10.15835/nbha47411714.
29. Productive and qualitative traits of *Amaranthus Cruentus* L.: an unconventional healthy ingredient in animal feed / F. Gresta et al. *Animals*. 2020. Vol. 10, Issue 8. P. 1428–1444. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10081428>.
30. Rastogi A., Shukla S. Amaranth: A New Millennium Crop of Nutraceutical Values. *Rev. Food Sci. Nutr.* 2013. 53. P. 109–125. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857098924.439>.
20. Arezoo Pourfarid, Behnam Kamkar and Gholam Abbas Akbari. The effect of density on yield and some agronomical and physiological traits of Amaranth (*Amaranthus* spp.) *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 2014. 3 (12). P. 1256–1259.
21. Das S. Amaranthus: A Promising Crop of Future. Springer Science+Business Media Singapore, 2016. P. 173. DOI: 10.1007/978-981-10-1469-7.
22. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*) / R. Repo-Carrasco-Valencia et al. *J. Cereal Sci.* 2009. Vol. 49, Issue 2. P. 219–224.
23. Differences in Seed Weight, Amino Acid, Fatty Acid, Oil, and Squalene Content in  $\gamma$ -Irradiation-Developed and Commercial Amaranth Varieties (*Amaranthus* spp.) / M. Szabóová et al. *Plants*. 2020. 9. 1412. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9111412>.
24. Genetic interrelationship among nutritional and quantitative traits in the vegetable amaranth / S. Shukla et al. *Crop. Breed. Appl. Biotechnol.* 2010. 10. P. 16–22.
25. Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate / S. Grobelnik Mlakar et al. *J. for Geography*. 2010. 5 (1). P. 135–145.
26. Jamalluddin N., Massawe F. J., Symonds R. C. Transpiration efficiency of Amaranth (*Amaranthus* sp.) in response to drought stress. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2018. 1–12. P. 448–459. DOI: 10.1080/14620316.2018.1537725.
27. Kaźmierczak A., Bolesławska I., Przysławski J. Szarłat – jego wykorzystanie w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób cywilizacyjnych. *Nowiny Lekarskie*. 2011. 80 (3). P. 192–198.
28. Phytochemical composition and antioxidant activity of various grain *Amaranth* cultivars / A. Stănilă et al. *Not. Bot. Horti Agrobot.* 2019. Vol. 47, No 4. P. 1153–1160. DOI: 10.15835/nbha47411714.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2010.517876>.

31. Sarker U., Oba S. Nutritional and bioactive constituents and scavenging capacity of radicals in *Amaranthus hypochondriacus*. *Scientific Reports*. 2020. 10. 19962. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71714-3>.

32. Skwaryło-Bednarz B. Assessment of content of fat and tocopherols in seeds of amaranthus in relation to diversified fertilization with macroelements. *Ecol. Chem. Eng.* 2012. 19 (2). P. 273–279.

33. Skwaryło-Bednarz B. Zawartość tłuszczu oraz tokoferoli w nasionach krajowych odmian szarłatu (*Amaranthus cruentus* L.) w warunkach zróżnicowanego nawożenia makroelementami. *Acta Agrophysica*. 2010. Vol. 15, No 2. P. 409–415.

34. Untapped amaranth (*Amaranthus* spp.) genetic diversity with potential for nutritional enhancement / A. Shukla et al. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 2018. 65. P. 243–253. DOI: 10.1007/s10722-017-0526-0.

35. Variability, heritability and classification of *Amaranthus*, L. genotypes by chierarchical analysis / V. Vujacic et al. *Rom. Agric. Res.* 2014. No 31. P. 59–67.

36. Venskutonis P. R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. *Institute of Food Science Technologist*. 2013. Vol. 12, Issue 4. P. 381–408. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12021>.

37. Yield and quality of grain amaranth (*Amaranthus* sp.) in Eastern Austria / D. M. Gimplinger et al. *Plant Soil Environ.* 2007. 53 (3). P. 105–112.

29. Productive and qualitative traits of *Amaranthus Cruentus* L.: an unconventional healthy ingredient in animal feed / F. Gresta et al. *Animals*. 2020. Vol. 10, Issue 8. P. 1428–1444. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10081428>.

30. Rastogi A., Shukla S. Amaranth: A New Millennium Crop of Nutraceutical Values. *Rev. Food Sci. Nutr.* 2013. 53. P. 109–125. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.517876>.

31. Sarker U., Oba S. Nutritional and bioactive constituents and scavenging capacity of radicals in *Amaranthus hypochondriacus*. *Scientific Reports*. 2020. 10. 19962. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71714-3>.

32. Skwaryło-Bednarz B. Assessment of content of fat and tocopherols in seeds of amaranthus in relation to diversified fertilization with macroelements. *Ecol. Chem. Eng.* 2012. 19 (2). P. 273–279.

33. Skwaryło-Bednarz B. Zawartość tłuszczu oraz tokoferoli w nasionach krajowych odmian szarłatu (*Amaranthus cruentus* L.) w warunkach różnicowanego nawożenia makroelementami. *Acta Agrophysica*. 2010. Vol. 15, No 2. P. 409–415.

34. Untapped amaranth (*Amaranthus* spp.) genetic diversity with potential for nutritional enhancement / A. Shukla et al. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 2018. 65. P. 243–253. DOI: 10.1007/s10722-017-0526-0.

35. Variability, heritability and classification of *Amaranthus*, L. genotypes by chierarchical analysis / V. Vujacic et al. *Rom. Agric. Res.* 2014. No 31. P. 59–67.

36. Venskutonis P. R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. *Institute of Food Science Technologist*. 2013. Vol. 12, Issue 4. P. 381–408. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12021>.

37. Yield and quality of grain amaranth (*Amaranthus* sp.) in Eastern Austria / D. M. Gimplinger et al. *Plant Soil Environ.* 2007. 53 (3). P. 105–112.

Отримано 3 січня 2023 р.  
Погоджено до друку 11 січня 2023 р.

## ТВАРИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-1-7

УДК 636.2.053.034.083.312

**С. Ф. АНТОНЕНКО<sup>1</sup>, В. І. ПІСКУН<sup>1</sup>, доктори сільськогосподарських наук**

**А. П. ЗОЛОТАРЬОВ<sup>1</sup>, Т. Л. ОСИПЕНКО<sup>1</sup>, Н. Г. АДМІНА<sup>1</sup>,**

**Л. М. КУЗЬМЕНКО<sup>2</sup>, кандидати сільськогосподарських наук**

<sup>1</sup>Інститут тваринництва НААН

*вул. Тваринників, 1-А, м. Харків, 62404*

<sup>2</sup>Полтавський державний аграрний університет

*вул. Сквороди, 1/3, м. Полтава, 36003*

*e-mail: piskun\_v@ukr.net*

### **ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДГОТОВКИ НЕТЕЛЕЙ ДО НАСТУПНОЇ ЛАКТАЦІЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МАСАЖУ ВИМЕНІ**

У статті наведено результати вирощування нетелей української чорно-рябої молочної породи в ДП ДГ «Українка Слобідська» Інституту тваринництва НААН Харківського району Харківської області. Для досліду сформувавши три групи нетелей (контрольну та дві дослідні), по 13 голів у кожній. Вим'я тварин I дослідної групи масажували експериментальним пневмомасажером, виготовленим в ІТ НААН відділом механізації спільно з відділом технології виробництва молока. Тварин II дослідної групи масажували вручну, III група – контрольна була без масажу. На початку досліджень на 5–6 місяці тільності (до масажу) були взяті основні проміри вимені та дійок. Установлено, що привчання нетелей на 6–7 місяці тільності до масажу упродовж 60–70 діб і закінчення масажу за 20 діб до отелення, позитивно впливало на ріст і розвиток молочної залози. Тварини дослідних груп, порівняно з контрольною, мали більші розміри молочної залози: обхват на 15,3–8,9 см або на 18,7–10,9 % ( $p < 0,001-0,05$ ), довжину вимені – на 5,2–3,1 см або на 20,7–12,3 % ( $p < 0,01-0,05$ ), ширину – на 5,3–2,9 см або на 23,8–13,0 % ( $p < 0,001-0,001$ ), глибину вимені – на 4,0–1,0 см або на 20,8–5,2 % ( $p < 0,001$ ). Пневмомасаж вимені нетелей позитивно впливав не лише на продуктивність, але й на розвиток морфофункціональних властивостей вимені, а також забезпечував підвищення інтенсивності молоковидення на 19,0–10,3 % кг/хв ( $p < 0,05$ ), порівняно з контрольною групою.

За результатами проведеного багатокритеріального аналізу промірів вимені та дійок після різних видів масажу нетелей і корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за комплексним показником ефективності кожної групи, порівняно з ідеалізованим, установлено суттєву перевагу пневмомасажу вимені. Цільова функція за розглянутими критеріями

©Антоненко С. Ф., Золотарьов А. П.,  
Піскун В. І., Осипенко Т. Л.,  
Адміна Н. Г., Кузьменко Л. М., 2023

для цієї групи була нульовою при тому, що цільові функції за ручного масажу вимені та без нього були гіршими в 0,0811 та 0,1661 разу відповідно.

**Ключові слова:** нетель, вим'я, пульсатор, вакуум, жива маса, тільність, отелення.

**Serhii Antonenko<sup>1</sup>, Andrii Zolotariov<sup>1</sup>, Viktor Piskun<sup>1</sup>,  
Tetiana Osypenko<sup>1</sup>, Natalia Admina<sup>1</sup>, Larysa Kuzmenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Animal Science of the National Academy of NAAS

<sup>2</sup>Poltava State Agrarian University

### **Technological techniques for preparing heifers for the next lactation using udder massage**

The article presents the results of a study for improving the breeding of heifers of the Ukrainian black-spotted breed at the SE «Ukrainka Slobidska» of the State Animal Husbandry Institute of the National Academy of Agrarian Sciences of the Kharkiv District, Kharkiv Region. Three groups of heifers (control group and two experimental) were formed, 13 heads in each. The first group of animals was massaged with an experimental udder massager, manufactured at the department of mechanization of the State Animal Husbandry Institute jointly with the department of milk production technology. The second group of animals was massaged manually, the third group – control – without massage. At the beginning of the research, at 5–6 months of gestation (before massage), the main measurements of the udder and teats were taken. It was established that training heifers at 6th–7th months of gestation to massage for 60–70 days and ending the massage 20 days before calving had a positive effect on the growth and development of the mammary gland. Compared to the control group, the animals of the experimental groups had larger mammary glands: girth by 15.3–8.9 cm or by 18.7–10.9 % ( $p < 0.001–0.05$ ), udder length by 5.2–3.1 cm or by 20.7–12.3 % ( $p < 0.01–0.05$ ), width – by 5.3–2.9 cm or by 23.8–13.0 % ( $p < 0.001–0.001$ ), udder depth – by 4.0–1.0 cm or by 20.8–5.2 % ( $p < 0.001$ ). Pneumomassage of the udder of heifers had a positive effect not only on productivity, but also on the development of morphofunctional properties of the udder, and also provided an increase in the intensity of milk output by 19.0–10.3 % kg/min ( $p < 0.05$ ), compared to the control group.

According to the results of a multi-criteria analysis of udder and teat measurements after various types of massage of heifers and first-born cows of the Ukrainian black-spotted dairy breed, a significant advantage of pneumatic udder massage was established, compared to the idealized one. The objective function according to the considered criteria for this group was zero, while the objective functions with and without manual udder massage were 0.0811 and 0.1661 times worse, respectively.

**Keywords:** heifer, udder, pulsator, vacuum, live weight, body weight, calving.

**Вступ.** Технологія вирощування ремонтного молодняка великої рогатої худоби базується на створенні таких умов утримання, які сприяють розвитку бажаних продуктивних якостей, кращому використанню ними поживних речовин корму, більш інтенсивному

росту і розвитку нетелей та одержанню у подальшому здорового приплоду [13]. Низка авторів стверджують, що успіх створення високопродуктивного стада значною мірою залежить від системи вирощування ремонтного молодняку у кожному конкретному господарстві, адже одним із чинників, що знижує конкурентоспроможність молочного скотарства, виступає недотримання технології вирощування ремонтних телиць [6, 5].

Світовий досвід підтверджує, що тільки у спеціалізованих фермах або господарствах можна створити найкращі умови для інтенсивного вирощування ремонтного молодняку [14, 15]. Високопродуктивних корів можна отримати лише за організації правильного вирощування телиць, підготовки нетелей до отелення і роздоювання первісток [9].

Економічно виправдане інтенсивне вирощування ремонтних телиць і нетелей – найважливіший елемент сучасного високопродуктивного молочного скотарства з річною продуктивністю корів 6–10 тис. кг молока. А їх вирощування є другою за величиною щорічною операційною витратою на фермі, поступаючись лише витратам на корми і безпосередньо пов'язане з годівлею, утриманням та затратами на робочу силу [29, 24, 30].

Основною вимогою до вирощування ремонтного молодняку є необхідність забезпечення його росту відповідно до нормативних вимог, і головним є вирощування телиць в умовах, аналогічних для дорослого поголів'я, що дасть змогу знизити до мінімуму стресові ситуації у різні вікові періоди [7, 21, 19, 28]. Низка елементів нової технології (різноманітні способи безприв'язного утримання, доїння в молочних залах, включно роботизоване та поточні лінії, годівля з кормових столів тощо) при групуванні худоби підвищує вірогідність виникнення конфліктних ситуацій, які можуть бути причиною стресів і, як наслідок, – призвести до зниження продуктивності тварин та навіть їх втрати [2, 3, 8].

Найбільшим стресовим чинником для організму корів-первісток, який є причиною їх вибуття при промисловому виробництві молока, є поєднання першого отелення у комплексі з машинним доїнням [12].

Як свідчать дослідження науковців і практиків [11, 17], одним із технологічних прийомів, що здатні знизити силу впливу зазначених вище стресових чинників, є використання масажу вимені нетелей, який сприяє зростанню молочної продуктивності після отелення [18, 7, 22, 23].

У експериментах інших вчених [4, 16, 27] розкривається механізм впливу масажу вимені на формування молочної залози. Стверджується, що застосування пневмомасажу збільшує і збуджує гормональну діяльність гіпофізу та інших залоз внутрішньої секреції. Також слід зазначити, що підготовка вимені нетелей у другій половині тільності сприяє збільшенню молочної продуктивності первісток, якісних показників молока та швидкості його виведення [1, 25, 20, 10]. Разом із тим, суперечливими залишаються питання кратності та часу масажу впродовж доби, а також місця його проведення (на доїльний установці або окремо у стійлі). Неоднозначною є відповідь стосовно періоду тільності, з якого доцільно розпочинати масаж вимені та чи варто його здійснювати безпосередньо до отелення первісток.

Наявність дискусійних питань спонукала до дослідження молочної продуктивності корів-первісток української чорно-рябї молочної породи при застосуванні різних типів масажу вимені.

Метою дослідження було визначити розвиток молочної залози за використання масажу вимені нетелей та оцінити подальшу молочну продуктивність корів-первісток.

Передбачено виконання таких завдань: удосконалити спосіб підготовки нетелей до лактації; дослідити вплив різних форм масажу вимені на формування молочної залози та продуктивність корів-первісток; провести багатокритеріальний аналіз результатів досліджень.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили трьома етапами у відділі технологій виробництва молока та ДПДГ «Українка Слобідська» Інституту тваринництва НААН.

На першому етапі удосконалили спосіб підготовки нетелей до лактації, а також співробітники відділу механізації сумісно з відділом технологій виробництва молока ІТ НААН розробили та виготовили експериментальний масажер АМП-1. Підготовка нетелей до механічного масажу вимені відбувалася наступним чином: у 6 місяців тільності впродовж 20–25 діб тварин привчали до підготовчих операцій, рекомендованих технологією машинного доїння корів. Для цього при працюючому та підвішеному до вакуумпроводу масажері (на 20–25 доби) вим'я підмивали теплою водою температурою 40–45 °С, витирали його одноразовою серветкою з одночасним масажем (25-у добу), імітуючи здоювання перших двох-трьох цівок молока з кожної дійки. Тривалість підготовчих операцій становила 45–50 сек., а відключення і заключні операції 10–12 сек. (після закінчення масажу, який проводився на протязі 4,0 хв) та зняття масажеру з вимені. Масаж проводили вранці і ввечері в години передбачуваного доїння

первісток. Потрібно підкреслити, що привчання тварин до усіх підготовчих операцій виконували без окриків і побиття тварин. Після звикання тварин технологія їх підготовки доповнювалась механізованим масажем вимені певного режиму. У рамках другого етапу досліджень вивчили вплив масажу вимені нетелей на розвиток молочної залози, а також адаптацію первісток до машинного доїння. Науково-виробничий дослід із вивчення впливу різних форм масажу вимені нетелей на їх продуктивність і морфологічні ознаки проводили в умовах ДП ДГ «Українка Слобідська» на нетелях української чорно-рябої молочної породи. Для дослідів сформувавши три групи, по 13 голів у кожній. Нетелей I групи масажували експериментальним масажером, II – вручну, тварин III групи не масажували. У ході дослідів брали основні проміри вимені та дійок до масажу на 5–6 міс. тільності та на 30-у добу після отелення.

На третьому етапі провели багатокритеріальне оцінювання ефективності застосування різних форм масажу при підготовці нетелей до отелення. Аналіз здійснювали за методом оцінки інтегрального критерію відстані до цілі із застосуванням підходу згорання всіх критеріїв до одного  $N$  за допомогою нормування [26]. Для порівняльної оцінки за комплексним показником на основі методу багатокритеріального аналізу знаходили відносну відстань  $N(C_k)$  для кожного альтернативного рішення за математичним виразом, який характеризується формулою:

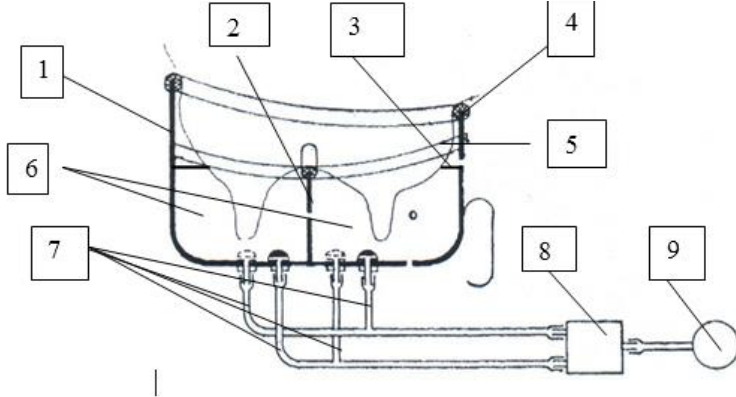
$$N(C_k) = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}^n - \sum_{i=1}^n u_{i_0}^n}{\sum_{i=1}^n u_{i_0}^n}, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість оцінюваних критеріїв.

Шляхом статистичної обробки результатів оцінили кореляційні зв'язки між показниками, що вивчалися та результативні характеристики, отримані за досліджених технологічних параметрів.

Теоретичні розрахунки та обробку експериментальних даних виконали за використання прикладного програмного забезпечення для OS Windows: Microsoft Excel.

**Результати та обговорення.** Відділом механізації сумісно з відділом технології виробництва молока ІТ НААН розроблено та виготовлено експериментальний масажер АМП-1 для механічного масажу. Загальний вигляд його конструктивних особливостей наведено на рисунку.



**Рис. Загальний вигляд молочної чаші експериментального масажеру з фігурним зрізом за формою вимені**

У нижній частині середини кожуха масажеру (1) наявні поперечна (2) та поздовжня (3) масажні перегородки; верхні краї кожуха окантовані м'якими ущільненнями (4, 5), що контактують у процесі масажу з частками вимені тварини. Масажні перегородки 2 і 3 розділяють кожух усередині на чотири камери, кожна з яких має патрубок (7) із радіальними отворами і сферичним наконечником над ними для запобігання перекриття ділками вимені радіальних отворів патрубків. Патрубки (7) попарно перехресно скріплені гумовими шлангами з пульсатором попарної дії (8), що з'єднаний із джерелом вакууму (9).

Пристрій працює наступним чином: за допомогою шлангу пристрій з'єднується з джерелом вакууму, встановлюється на вимені тварини і за дії вакууму утримується на ньому. Пульсатор (8) забезпечує всередині кожуха (1) попарно-перехресно в камерах (6) пульсацію вакууму від мінімальної величини, при якій чашоподібний кожух (1) утримується на вимені до оптимальної, за якої досягається найбільший масажний ефект. За подачі вакууму одночасно у дві перехресно розташовані камери під дією розрідження, що збільшується, вим'я формуючись витягується униз, відбувається його взаємодія з м'якими гумовими ущільненнями (4 і 5) жорстких перегородок (2 і 3), після чого ці камери пульсатор з'єднує з атмосферою. Далі вакуум подається у дві інші перехресно розташовані камери і цикл повторюється, тобто відбувається індивідуальний масаж кожної частки вимені. Попарна дія вакууму в перехресних камерах і взаємодія вимені з жорсткими перегородками сумісно із зовнішнім

масажем черевної вени забезпечує ефективний розвиток залозистої частини вимені, його ємності та утворення молока.

На початку досліджу масаж вимені не мав істотного впливу на величини його промірів та дійок у корів-первісток (табл. 1).

### 1. Проміри вимені та дійок до масажу ( $M \pm m$ ), см

Проміри вимені і дійок	Група (n=13)		
	I	II	III
Горизонтальний обхват вимені	53,2±1,60	53,2±1,45	53,1±1,35
Довжина вимені	12,3±0,52	12,5±0,55	12,4±0,57
Ширина вимені	14,0±0,50	14,1±0,49	14,2±0,51
Глибина вимені	9,5±0,49	9,7±0,47	9,6±0,50
Відстань між дійками:			
передніми	5,8±0,45	5,9±0,47	5,8±0,46
задніми	2,6±0,36	2,7±0,34	2,7±0,37
Довжина дійок:			
передніх	3,7±0,24	3,8±0,26	3,7±0,26
задніх	4,0±0,25	4,0±0,27	3,9±0,26
Діаметр дійок:			
передніх	1,6±0,08	1,6±0,08	1,6±0,07
задніх	1,6±0,07	1,6±0,07	1,6±0,08

Упродовж 70-ти діб вим'я масажували протягом чотирьох хвилин, сила вакууму за використання масажерів становила 220–280 мм рт. ст., частота пульсацій – 65–75 разів за хвилину.

Технологія підготовки нетелей до лактації була вільною від будь-яких елементів насильства: негативна реакція тварин на роботу пристрою була сигналом до його відключення. Як довела практика, до вказаної тривалості масажу нетелі звикають через 10–15 діб.

Подразнення дійок і масаж вимені нетелей є додатковим чинником, що посилює гормональну діяльність гіпофізу. Стимуляція вимені рефлекторно підвищує рівень гормонів гіпофізу в крові, тоді як його масаж призводить до збільшення місткості молочної залози і більш рівномірного розвитку часток, на що вказують також й інші дослідники [10, 25, 20].

За 20 діб до отелення масаж вимені припиняли, щоб не викликати передчасного виділення молозива. На 30-у добу в корів-первісток брали аналогічні проміри вимені і дійок (табл. 2).

Масаж молочної залози позитивно вплинув на живу масу тварин дослідних груп після отелення, яка була на рівні тенденції вищою на

31,0–14,0 кг або на 6,9–3,1 %, ніж у аналогів контрольної групи. Молочна продуктивність первісток дослідних груп також була вища на 12,3–5,1 % ( $p<0,01-0,05$ ) щодо контролю (без масажу).

## 2. Проміри вимені і дійок на 30-ту добу після отелення залежно від різних видів масажу, см, ( $M\pm m$ )

Проміри вимені та дійок	Група (n=13)		
	I (АМП-1)	II (ручний масаж)	III (без масажу)
Горизонтальний обхват вимені	96,7±3,00***	90,3±2,39*	81,4±2,40
Довжина вимені	30,3±1,00**	28,2±1,06*	25,1±1,05
Ширина вимені	27,6±0,45***	25,2±0,50***	22,3±0,53
Глибина вимені	23,2±0,43***	20,2±0,45	19,2±0,63
Відстань між дійками:			
передніми	12,3±0,35***	11,0±0,30	10,1±0,40
задніми	8,0±0,30***	6,0±0,30	5,5±0,29
Довжина дійок:			
передніх	6,3±0,14*	6,0±0,13	5,8±0,14
задніх	6,3±0,13*	6,0±0,14	5,8±0,15
Діаметр дійок:			
передніх	2,4±0,07	2,4±0,08	2,3±0,08
задніх	2,4±0,08	2,4±0,07	2,3±0,07
Жива маса після отелення, на 2-у добу, кг	480±20	463±25	449±29

Примітка. Вірогідність даних I–II груп розраховано до III групи: \* –  $p<0,05$ ; \*\* –  $p<0,01$ ; \*\*\* –  $p<0,001$ .

Установлено, що горизонтальний обхват вимені у тварин дослідних груп, порівняно з контролем (без масажу), був більшим на 15,3–8,9 см або на 18,7–10,9 % ( $p<0,001-0,05$ ), довжина вимені – на 5,2–3,1 см або на 20,7–12,3 % ( $p<0,01-0,05$ ), ширина – на 5,3–2,9 см або на 23,8–13,0 % ( $p<0,001-0,001$ ), глибина вимені – на 4,0–1,0 см або на 20,8–5,2 % ( $p<0,001$ ), відстань між передніми дійками – на 2,2–0,9 см або на 21,8–8,9 % ( $p<0,01$ ), між задніми – на 2,5–0,5 см або на 45,4–9,0 % ( $p<0,01$ ). Пневмомасаж позитивно вплинув не лише на продуктивність, але й на розвиток морфофункціональних властивостей вимені, а також забезпечив підвищення інтенсивності молоковидення на 19,0–10,3 % кг/хв ( $p<0,05$ ), порівняно з

контрольною групою.

Довжина передніх і задніх дійок дослідних корів-первісток перевищувала розміри аналогів контрольної групи на 0,5–0,2 см або на 8,6–3,4 % ( $p < 0,05$ ), а їх діаметр – на 0,1 см або на 4,3 % в обох випадках порівняння. Дійки за діаметром під впливом масажу в обох дослідних групах були незначно більшими, порівняно з контролем.

З метою визначення ефективності застосування різних форм масажу при підготовці нетелей до отелення провели багатокритеріальне оцінювання (табл. 3).

### 3. Нормовані показники промірів вимені і дійок залежно від різних видів масажу нетелей і корів-первісток

Проміри вимені та дійок	Група		
	I (АМП-1)	II (ручний масаж)	III (без масажу)
На 30-ту добу після отелення			
Горизонтальний обхват вимені	1	1,0709	1,1879
Довжина вимені	1	1,0745	1,3587
Ширина вимені	1	1,0909	1,2376
Глибина вимені	1	1,1485	1,2083
Відстань між дійками:			
передніми	1	1,1182	1,2178
задніми	1	1,3333	1,4545
Довжина дійок:			
передніх	1	1,0500	1,0862
задніх	1	1,0500	1,0862
Діаметр дійок:			
передніх	1	1	1,0435
задніх	1	1	1,0435
Жива маса на 2 добу після отелення, кг	1	1,0367	1,0690
$\sum U_k$	12	12,9730	13,9932
$N(C_k)$	–	0,0811	0,1661

За результатами проведеного багатокритеріального аналізу промірів вимені і дійок після різних видів масажу нетелей і корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за комплексним показником ефективності кожної групи, порівняно з ідеалізованим, встановлено суттєву перевагу пневмомасажу вимені нетелей.

Цільова функція за розглянутими критеріями для цієї групи була нульовою, при тому, що цільові функції за ручного масажу вимені та без нього були гіршими відповідно в 0,0811 та 0,1661 рази.

Отже, наведену вище технологію пневмомасажу потрібно включати у процес підготовки нетелей до лактації, на що також вказують інші науковці [16, 27].

Описана технологія забезпечується застосуванням технічного пристрою для масажу вимені нетелей, який за характером дії на молочну залозу тварини наближений до доїльного апарату. Такий тип підготовки нетелей до лактації формує у них єдиний стереотип обслуговування і доїння в період власне лактації адже підготовчі операції з підключення до вимені масажного пристрою і доїльного апарату повністю ідентичні.

З організаційної точки зору, підготовку нетелей до лактації слід доручати оператору машинного доїння, який надалі обслуговуватиме корів-первісток. Це забезпечує звикання тварин до працівника. Усі наведені переваги використання технології пневмомасажу сприяють підвищенню продуктивності дійного стада.

**Висновки.** Пневмомасаж вимені нетелей тривалістю чотири хвилини при двократному його застосуванні (вранці й увечері) позитивно впливає на ширину, довжину, глибину вимені після отелення.

Застосування масажу дало змогу збільшити молочну продуктивність корів-первісток дослідних груп на 12,3–5,1 % ( $p < 0,01–0,05$ ) та інтенсивність молоковиведення на 19,0–10,3 % кг/хв ( $p < 0,05$ ), порівняно з тваринами, яким масаж вимені до отелення не проводили.

За результатами проведеного багатокритеріального аналізу промірів вимені і дійок після різних видів масажу нетелей і корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за комплексним показником ефективності кожної групи, порівняно з ідеалізованим, встановлено суттєву перевагу пневмомасажу вимені нетелей. Цільова функція за розглянутими критеріями для цієї групи була нульовою при тому, що цільові функції за ручного масажу вимені та без масажу були гіршими відповідно в 0,0811 та 0,1661 рази.

#### Список використаної літератури

1. Войтюк Л. Я., Федак Н. М. Вплив підготовки нетелей до машинного доїння на функціональні властивості молочної залози. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52(1). С. 151–156.
2. Гавриленко М. С. Годівля телят

#### References

1. Voityuk L., Fedak N. Influence of heifer's preparation to the machine milking on the functional features of mammary gland. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2014. Issue 52, Part I. P. 151–156.
2. Gavrylenko M. S. Calf feeding

(раціональна годівля телят є основою створення високопродуктивних стад у господарствах різної форми власності). *Agroexpert*. 2008. № 3. С. 36–37.

3. Галай О. Ю. Дослідження ефективності використання високопродуктивних доїльних установок в умовах інноваційних технологій : дис. ... доктора філософії : 204 – технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква, 2021. 157 с.

4. Дегтярьов М. О. Характеристика морфофункціональних особливостей альвеолярного апарату вимені первісток під дією масажу. *Зб. наук. праць Харківського зооветеринарного інституту*. Харків, 1998. Вип. 3. С. 230–232.

5. Китаєва А. П., Гусятинська О. О. Технологічні прийоми підвищення ефективності вирощування молодняку великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності. Одеса, 2017. 128 с.

6. Костенко В. І. Технологія виробництва молока і яловичини. Житомир, 2017. 676 с.

7. Луценко М. М., Кудлай І. М. Ресурсоощадна технологія вирощування ремонтного молодняку. *Зб. наук. праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2020. № 2. С. 103–110. DOI: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-103-110.

8. Луценко М., Зволейко Д. Дослідження процесу доїння корів у спеціалізованих доїльних залах. *Техніка і технології АПК*. 2012. № 9 (36). С. 31–34.

9. Панкєєв С. П., Пилипенко Ю. П. Перспективна технологія спрямованого вирощування молодняку в молочному скотарстві. *Таврійський наук. вісник*. 2021. № 118. С. 260–267.

10. Польовий Л. В., Мельник Л. В. Профілактичні заходи при підготовці нетелів до отелень. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2009. Т. 11. № 2 (41), ч. 2. С. 202–205.

11. Санжара Р. А. Лактаційна діяльність корів-первісток різних типів стресостійкості. Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Теорія і практика розвитку вівчарства України в умовах

(rational feeding of calves is the basis for creating highly productive herds in farms of various forms of ownership). *Agroexpert*. 2008. N 3. P. 36–37.

3. Halai O. Yu. Research of efficiency of high-productive milking installations used under the condition of innovative technologies: dys. ... doktora filosofii : 204 – tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnystva. Bila Tserkva, 2021. 157 p.

4. Dehtiarov M. O. Characterization of the morpho-functional features of the alveolar apparatus of the udder of firstborns under the influence of massage. *Zb. nauk. prats' Kharkivs'koho zooveterynarnoho instytutu*. Kharkiv, 1998. No 3. P. 230–232.

5. Kytaieva A. P., Husiatynska O. O. Technological methods of increasing the efficiency of raising dairy heifers in the direction of productivity. Odessa, 2017. 128 p.

6. Kostenko V. I. Milk and beef production technology. Zhytomyr, 2017. 676 p.

7. Lutsenko M. M., Kudlai I. M. The Resource-saving technology of growing repairing young stock. *Zb. nauk. prac' «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnystva»*. 2020. No 2. P. 103–110. DOI: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-103-110.

8. Lutsenko, M., Zvoleiko D. Study of the process of milking cows in specialized milking halls. *Tekhnika i tekhnolohiyi APK*. 2012. No. 9 (36). P. 31–34.

9. Pankieiev S. P., Pylypenko Yu. P. Promising technology of directed breeding of heifers in dairy farming. *Tavriis'kyi nauk. visnyk*. 2021. No 118. P. 260–267.

10. Poliiovyi L. V., Melnyk L. V. Preventive measures for preparing heifers for calving. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhys'koho*. 2009. Vol. 11. No 2 (41), Part 2. P. 202–205.

11. Sanzhara R. A. Lactation activity of first-born cows of different types of stress resistance. Materialy IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Theory and practical development of sheep breeding in Ukraine in the conditions of

евроінтеграції” (Дніпро, 23–24 трав. 2019 р.). Дніпро, 2019. С. 138–140. <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/2049>.

12. Теорія і практика прибуткового виробництва молока / С. Н. Александров та ін. Київ, 2011. 173 с.

13. Технологічні, кормові та ветеринарні аспекти вирощування високопродуктивних корів / Л. І. Подобед. та ін. *Наук. видання Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2020. 529 с.

14. Шкурко Т. П. Направлене вирощування ремонтних телиць молочних порід. *Корми і факти*. 2012. № 8 (24) С. 24–27.

15. An assessment tool to help producers improve cow comfort on their farms / E. Vasseur et al. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol. 98, No 1. P. 698–708. DOI: 10.3168/jds.2014-8224.

16. Appropriate Dairy Calf Feeding from Birth to Weaning: «It’s an Investment for the Future» / L. J. Palczynski et al. *Animals*. 2020. Vol. 10, No 1. P. 116. DOI: 10.3390/ani10010116.

17. Davis S. R. Triennial lactation symposium/BOLFA: Mammary growth during pregnancy and lactation and its relationship with milk yield. *J. Anim. Sci.* 2017. Vol. 95, No 12. P. 5675–5688. DOI: 10.2527/jas2017.1733.

18. Effect of mammary stimulation on dairy cows and heifers exposed to a lactation induction protocol / R. Ramgattie et al. *Open J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 4. P. 1–12. DOI: 10.4236/ojas.2014.41001.

19. Effect of prepartum grouping strategy on displacements from the feed bunk and feeding behavior of dairy cows / K. M. Lobeck-Luchterhand et al. *J. Dairy Sci.* 2014. Vol. 97, No 5. P. 2800–2807. DOI: 10.3168/jds.2013-7401.

20. Effect of prepartum milking of primigravid cows on mammary gland health and lactation performance / J. E. P. Santos et al. *Livest. Prod. Sci.* 2004. Vol. 86. P. 105–116. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72279-2.

21. Gutmann A. K., Špinka M., Winckler C. Do familiar group mates facilitate integration into the milking group after

European integration» (Dnipro, 23–24 trav. 2019 r.). Dnipro, 2019. P. 138–140. <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/2049>.

12. Theory and practice of profitable milk production / S. N. Alexandrov et al. Kyiv, 2011. 173 p.

13. Technological, fodder and veterinary aspects of growing highly productive cows / Podobed L. I. et al. *Nauk. vydannya Instytutu tvarynystvva NAAN*. Kharkiv, 2020. 529 p.

14. Shkurko T. P. Directional cultivation of repair heifers of dairy breeds. *Kormy i fakty*. 2012. No 8(24). P. 24–27.

15. An assessment tool to help producers improve cow comfort on their farms / E. Vasseur et al. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol. 98, No 1. P. 698–708. DOI: 10.3168/jds.2014-8224.

16. Appropriate Dairy Calf Feeding from Birth to Weaning: «It’s an Investment for the Future» / L. J. Palczynski et al. *Animals*. 2020. Vol. 10, No 1. P. 116. DOI: 10.3390/ani10010116.

17. Davis S. R. Triennial lactation symposium/BOLFA: Mammary growth during pregnancy and lactation and its relationship with milk yield. *J. Anim. Sci.* 2017. Vol. 95, No 12. P. 5675–5688. DOI: 10.2527/jas2017.1733.

18. Effect of mammary stimulation on dairy cows and heifers exposed to a lactation induction protocol / R. Ramgattie et al. *Open J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 4. P. 1–12. DOI: 10.4236/ojas.2014.41001.

19. Effect of prepartum grouping strategy on displacements from the feed bunk and feeding behavior of dairy cows / K. M. Lobeck-Luchterhand et al. *J. Dairy Sci.* 2014. Vol. 97, No 5. P. 2800–2807. DOI: 10.3168/jds.2013-7401.

20. Effect of prepartum milking of primigravid cows on mammary gland health and lactation performance / J. E. P. Santos et al. *Livest. Prod. Sci.* 2004. Vol. 86. P. 105–116. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72279-2.

21. Gutmann A. K., Špinka M., Winckler C. Do familiar group mates facilitate integration into the milking group after calving in dairy cows? *Appl. Anim.*

- calving in dairy cows? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2020. Vol. 229. P. 105033. DOI: 10.1016/j.applanim.2020.105033.
22. Hannah N. Phillips, Bradley J. Heins. Alternative Practices in Organic Dairy Production and Effects on Animal Behavior, Health, and Welfare. *Animals*. 2022. Vol. 12, No 14. P. 1785. DOI: 10.3390/ani12141785.
23. Hovinen M., Pyörälä S. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *J. Dairy Sci.* 2011. Vol. 94, No 2. P. 547–562. DOI: 10.3168/jds.2010-3556.
24. Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis / A. J. Heinrichs et al. *J Dairy Sci.* 2013. Vol. 96, No 11. P. 7355–7362. DOI: 10.3168/jds.2012-6488.
25. Kurochkin A. A., Frolov D. I. Development of dairy farming based on the modernization of a combined massage device for preparing heifers for the period of milking equipment use. IOP Conf. Ser: *Earth Environ. Sci.* 2022. P. 981–991. DOI: 10.1088/1755-1315/981/4/042034.
26. Piskun V. I., Yatsenko Yu. V., Yatsenko Yu. Yu. The concept of optimization of technological solutions of agricultural production. *Modern engineering and innovative technologies*. Germany. 2020. Vol. 12, No 1. P. 5–11. DOI: 10.30890/2567-5273.2020-12-01-015.
27. Parturium Milking of Heifers Influences Future Production and Health / K. J. Daniels et al. *J. Dairy Sci.* 2007. Vol. 90, No 5. P. 2293–2301. DOI: 10.3168/jds.2005-881.
28. Relationship of body weight at first calving with milk yield and herd life / L. Han et al. *J. Dairy Sci.* 2021. Vol. 104, No 1. P. 397–404. DOI: 10.3168/jds.2020-19214.
29. Synchronized ovulation for first insemination improves reproductive performance and reduces cost per pregnancy in dairy heifers / T. V. Silva et al. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol. 98. P. 7810–7822. DOI: 10.3168/jds.2015-9704.
30. The total cost of rearing a heifer on Dutch dairy farms: calculated versus perceived cost / N. Mohd Nor et al. *Irish Vet. J.* 2015. Vol. 68. P. 29. DOI: 10.1186/s13620-015-0058-x.
- Behav. Sci.* 2020. Vol. 229. P. 105033. DOI: 10.1016/j.applanim.2020.105033.
22. Hannah N. Phillips, Bradley J. Heins. Alternative Practices in Organic Dairy Production and Effects on Animal Behavior, Health, and Welfare. *Animals*. 2022. Vol. 12, No 14. P. 1785. DOI: 10.3390/ani12141785.
23. Hovinen M., Pyörälä S. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *J. Dairy Sci.* 2011. Vol. 94, No 2. P. 547–562. DOI: 10.3168/jds.2010-3556.
24. Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis / A. J. Heinrichs et al. *J Dairy Sci.* 2013. Vol. 96, No 11. P. 7355–7362. DOI: 10.3168/jds.2012-6488.
25. Kurochkin A. A., Frolov D. I. Development of dairy farming based on the modernization of a combined massage device for preparing heifers for the period of milking equipment use. IOP Conf. Ser: *Earth Environ. Sci.* 2022. P. 981–991. DOI: 10.1088/1755-1315/981/4/042034.
26. Piskun V. I., Yatsenko Yu. V., Yatsenko Yu. Yu. The concept of optimization of technological solutions of agricultural production. *Modern engineering and innovative technologies*. Germany. 2020. Vol. 12, No 1. P. 5–11. DOI: 10.30890/2567-5273.2020-12-01-015.
27. Parturium Milking of Heifers Influences Future Production and Health / K. J. Daniels et al. *J. Dairy Sci.* 2007. Vol. 90, No 5. P. 2293–2301. DOI: 10.3168/jds.2005-881.
28. Relationship of body weight at first calving with milk yield and herd life / L. Han et al. *J. Dairy Sci.* 2021. Vol. 104, No 1. P. 397–404. DOI: 10.3168/jds.2020-19214.
29. Synchronized ovulation for first insemination improves reproductive performance and reduces cost per pregnancy in dairy heifers / T. V. Silva et al. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol. 98. P. 7810–7822. DOI: 10.3168/jds.2015-9704.
30. The total cost of rearing a heifer on

Dutch dairy farms: calculated versus perceived cost / N. Mohd Nor et al. *Irish Vet. J.* 2015. Vol. 68. P. 29. DOI: 10.1186/s13620-015-0058-x.

Отримано 16 лютого 2023 р.  
Погоджено до друку 8 березня 2023 р.

## **ЕМІСІЯ ШКІДЛИВИХ ГАЗІВ ІЗ КУРЯЧОГО ПОСЛІДУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ДОЗ БІОПРЕПАРАТУ СКАРАБЕЙ**

Птахівництво є однією із найбільш конкурентоспроможних галузей сільського господарства з коротким терміном виробництва кінцевої продукції і має значний експортний потенціал. Збільшення обсягів продукції цієї галузі передбачає і зростання кількості відходів утримання птиці, зокрема – посліду, що слугує джерелом надходження в атмосферу парникових газів, які негативно впливають на екологічний стан довкілля, обумовлюючи зміни клімату. Тому основою запланованих досліджень було з'ясування рівня емісії з курячого посліду (*in vitro*) шкідливих газів – метану (CH<sub>4</sub>), вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>), оксиду азоту (NO), аміаку (NH<sub>3</sub>) і сірководню (H<sub>2</sub>S) – за впливу різних доз (20 г/м<sup>3</sup>; 40 і 60 г/м<sup>3</sup>) біопрепарату скарабей.

У результаті експериментальних досліджень встановлено ефективність дії досліджуваного біопрепарату на зменшення ферментативних процесів у курячому посліді (*in vitro*), підтвердженням цьому є нижчий рівень кислотності. Аналіз одержаних даних свідчить, що водночас із зміною показника рН у кислу сторону в усіх дослідних варіантах із додаванням різних доз біопрепарату скарабей з курячого посліду виділяються в меншій кількості досліджувані гази. Зокрема, внесення у досліджуваний субстрат біопрепарату скарабей у дозі 20 г/м<sup>3</sup> обумовлює нижчий рівень виділення метану та вуглекислого газу, залежно від доби експериментальних досліджень (20–26 доби), на 10,0–12,9 %; у кількості 40 г/м<sup>3</sup> – 12,1–15,8 %; а за рівня 60 г/м<sup>3</sup> – 12,9–16,5 %. Емісія з курячого посліду такого парникового газу, як оксид азоту при застосуванні різних доз біопрепарату зменшується впродовж проведення досліджень на 9,5–14,7 % щодо контрольного аналога. Аналізуючи експериментальні дані, встановлено, що в усіх варіантах із біопрепаратом скарабей спостерігається зниження рівня виділення з досліджуваного субстрату аміаку і сірководню у динаміці відповідно на 10,5–18,8 та 12,3–20,1 %.

Отже, експериментально доведено та обґрунтовано ефективний вплив різних доз (20 г/м<sup>3</sup>; 40 і 60 г/м<sup>3</sup>) біопрепарату скарабей на зменшення емісії шкідливих газів – CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S та NO – з курячого посліду за анаеробного бродіння (*in vitro*). Враховуючи наведене, біопрепарат скарабей доцільно використовувати для зниження рівня виділення шкідливих газів з відходів та запобігання забрудненню навколишнього природного середовища

при зберіганні посліду у сховищах (лагунах) і безпосередньо у приміщеннях на птахофабриках.

**Ключові слова:** курячий послід, газ, метан, вуглекислий газ, оксид азоту, аміак, сірководень, біопрепарат.

**Mariia Vorobel**

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

**Emission of harmful gases from chicken manure when using different doses of biopreparation scarabei**

Poultry farming is one of the most competitive branches of agriculture with a short production period and has significant export potential. The increase in the volume of this industry also implies an increase in the amount of waste from keeping poultry, in particular – manure, which is as a source of greenhouse gases entering the atmosphere and negatively affects the ecological state of the environment, causing climate change. Therefore, the basis of the planned research was to find out the level of emission of harmful gases from chicken manure (*in vitro*) – methane (CH<sub>4</sub>), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), nitrogen oxide (NO), ammonia (NH<sub>3</sub>) and hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) under the influence of different doses (20 g/m<sup>3</sup>; 40 and 60 g/m<sup>3</sup>) of biological preparation scarabei.

As a result of experimental studies, the effectiveness of the studied biopreparation on reducing enzymatic processes in chicken manure (*in vitro*) was established, the confirmation of this is a lower level of acidity. The analysis of the obtained data shows that at the same time as the pH indicator changes to the acidic side in all experimental variants with the addition of different doses of the biological preparation scarabei, the investigated gases from chicken manure are released in smaller quantities. In particular, the introduction of the biopreparation scarabei into the studied substrate at a dose of 20 g/m<sup>3</sup> results in a lower level of methane and carbon dioxide release depending on the day of experimental research (20th–26th day) – by 10.0–12.9 %; in quantity of 40 g/m<sup>3</sup> – 12.1–15.8 %; and at the level of 60 g/m<sup>3</sup> – 12.9–16.5 %. The emission from chicken manure of such a greenhouse gas as nitrogen oxide when using different doses of the biological preparation decreases during the research by 9.5–14.7 % relative to the control. Analyzing the experimental data, it was established that in all variants with the biological preparation scarabei, a lower level of ammonia and hydrogen sulfide release from the investigated substrate is observed in dynamics, by 10.5–18.8 % and 12.3–20.1 %, respectively.

The effectiveness of different doses (20 g/m<sup>3</sup>; 40 and 60 g/m<sup>3</sup>) of biological preparation scarabei to reduce the emission of harmful gases – CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S and NO from chicken manure during anaerobic fermentation (*in vitro*) has been experimentally proven and scientifically substantiated. Taking into account the above, it is advisable to use the biological preparation scarabei to reduce the level of release of harmful gases from waste and prevent pollution of the natural environment when storing litter in storage facilities (lagoons) and directly in the premises of poultry farms.

**Keywords:** chicken manure, gases, methane, carbon dioxide, nitrogen oxide, ammonia, hydrogen sulfide, biological preparation.

**Вступ.** У системі продовольчого забезпечення населення птахівництво посідає провідне місце, а ефективний розвиток підприємств цієї галузі постає гарантом задоволення потреб у науково обгрунтованій кількості м'ясопродуктів, споживання яких потрібне для здорового життя [2, 7, 26]. У загальному фонді споживання м'яса, що становить 2 млн т, половину займає птиця, 37 % фонду споживання належить свинині, а 13 % – яловичині [6]. Аналіз досліджень підтверджує, що для отримання 1 кДж енергії в яйцях та м'ясі птиці потрібно витратити вдвічі менше кормових одиниць порівняно з одержанням молока і втричі – щодо виробництва свинини та яловичини [15, 25]. Інтенсифікація виробництва продукції птахівництва, яку реалізують як на внутрішньому ринку, так і відправляють на експорт, передбачає утворення великого обсягу побічної продукції тваринного походження, що залишається на місці свого утворення і масово накопичується [3, 8, 13, 20, 26]. Встановлено, що за добу одна птиця виділяє в 1,1–1,5 рази більше посліду за кількість спожитого за цей період корму [16, 22]. Впродовж року від курки-несучки одержують 250–300 шт. яєць – 15–18 кг яйцемаси, яка вища в 5 разів за власну масу, а за вказаний період курка виділяє 40–65 кг посліду вологістю 65–75 % [11]. Варто зазначити, що на великих птахофабриках щоденно накопичуються десятки тонн курячого посліду [3]. Згідно з приблизними розрахунками, річний вихід посліду природної вологості у птахівничих господарствах України становить у середньому 4,7–5,2 млн т [2, 8, 9, 19, 22]. Водночас із цим при одержанні рідкого посліду вологістю 82–98 % його кількість збільшується в 2–3 рази порівняно з послідом природної вологості [16]. Встановлено, що середнє антропогенне навантаження на території України від відходів птахівництва становить 0,22 млн т/км<sup>2</sup>, що на кожну тисячу населення – 3000 т [5, 28].

Внаслідок динамічного розвитку галузі птахівництва впродовж останнього десятиліття, а відтак і масового накопичення побічних продуктів тваринного походження відбувається ряд негативних екологічних наслідків – забруднення наземних водойм, ґрунтів і ґрунтових вод, емісія в атмосферне повітря великої кількості газоподібних аерополітантів – метану, вуглекислого газу, оксиду азоту, сірководню, аміаку тощо [19, 35, 40]. Аналіз досліджень свідчить, що курячий послід, який накопичився на птахофабриках, де вирощують до 400 тисяч несучок, впродовж року при розкладанні виділяє в атмосферу до 700 т біогазу, з них 30 % вуглекислого газу, або 208 т, 66 % – метану, тобто 462 т і до 5 % – інших газів та сполук: сірководню, аміаку, скатолу, індолу, водню [8]. Парникові гази,

потрапляючи в атмосферу, поглинають тепло і затримують теплове випромінювання з поверхні планети, тим самим підвищуючи середню температуру поверхні Землі, тобто виступають рухомими факторами кліматичних змін, які є найактуальнішою екологічною проблемою сьогодення [17, 29, 36, 38]. Згідно з прогнозом експертів Міжурядової групи з питань зміни клімату в Організації Об'єднаних Націй (МГЕЗК) уже до 2050 р. кліматичні зміни можуть призвести до непридатності проживання на великій частині території Африки та Азії, що сприятиме міграційним процесам [23, 34].

Сільське господарство, хоча і поступається енергетиці та промисловості (14 %) за масштабами викидів парникових газів, є потужним їх джерелом не лише в Україні, що становить 10–12 % від світових обсягів викидів парникових газів [7, 23, 27]. Так, на галузь тваринництва припадає 9 % світових викидів CO<sub>2</sub>, 35–40 % глобальних викидів метану, а 64 % – закису азоту [4]. Внаслідок проведеного аналізу літературних джерел встановлено, що потенціал впливу метану на клімат щодо CO<sub>2</sub> за 100-річний період вищий в 21–34 рази, а закису азоту – в 265–310 разів [1, 18, 31, 33, 37]. Відповідно до останніх оцінок Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), в секторі сільського, лісового й рибного господарства викиди парникових газів зросли майже вдвічі за останні 50 років і прогнозується подальше їх збільшення до 2050 р. на 30 % [30].

Екологічна сторона питання розвитку підприємств галузі птахівництва вимагає мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище та людину у процесі виробництва та споживання продукції. Тому, з огляду на наведене, питання зменшення емісії парникових газів з курячого посліду потребує ґрунтовних досліджень та є важливим і своєчасним завданням. Вирішенню проблеми екологізації виробництва продукції присвячено дослідження низки вчених, однак в основному в опрацьованій літературі наведено інформацію щодо ефективного впливу сорбентів (торфу, цеоліту, глауконіту) тощо на адсорбцію вологи та рівень окремого газу – аміаку чи сірководню – з відходів птахівництва, тоді як не розглядають дію їх на зменшення рівня комплексу шкідливих газів – CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NO, NH<sub>3</sub> й H<sub>2</sub>S [12, 14, 32, 39]. Перспективним напрямом зниження емісії шкідливих газів з відходів одночасно із застосуванням ряду сорбентів [10] є і використання препаратів різного походження тощо [20, 24]. Тому метою досліджень було з'ясування впливу різних доз біопрепарату скарабей на зниження емісії шкідливих газів – CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, NO – курячого посліду (*in vitro*) при анаеробній ферментації.

**Матеріали і методи.** Дослідження щодо ефективності впливу різних доз біопрепарату скарабей на емісію шкідливих газів ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}$ ) з курячого посліду здійснено з використанням лабораторних (встановлення рівня досліджуваних газів), математично-статистичних (оцінки достовірності результатів досліджень) і аналітичних (аналіз та узагальнення отриманих результатів) методів. Експеримент проведено *in vitro* відповідно до методики О. Г. Скляра та ін. [21]. Для виконання дослідження здійснено відбір зразків субстрату – курячого посліду без підстилки – у фермерському господарстві «Захід-Птиця» Львівської області.

Для забезпечення анаеробних умов у експерименті використовували герметично закриті ємності. Вологість курячого посліду для підтримання стабільності процесу бродіння доводили до 92 % шляхом додавання води. У процесі проведення експериментальних досліджень здійснювали перемішування збродженої маси за рахунок періодичного струшування ємностей. Умови перебігу процесу біоферментації були аналогічні в усіх варіантах, як у контрольному, де анаеробне збродження субстрату відбувалося за рахунок природної мікрофлори посліду, так і в дослідних аналогах із внесенням різних доз біопрепарату скарабей. Дослідження проведено за мезофільного режиму за температури 33 °С, що характеризується найвищою стабільністю процесу біоферментації, і допускаються незначні коливання температури без порушення процесу бродіння.

У зброджений субстрат курячого посліду після проходження етапів – гідролізу, окислення, ацетогенезу – на 17 добу вносили різні дози досліджуваного біопрепарату: I варіант – контроль (без застосування речовин); II варіант – біопрепарат скарабей у дозі 20 г/м<sup>3</sup>; III варіант – біопрепарат скарабей у дозі 40 г/м<sup>3</sup>; IV варіант – біопрепарат скарабей у дозі 60 г/м<sup>3</sup> і вимірювали рівень шкідливих газів – метану, вуглекислого газу, оксиду азоту, аміаку і сірководню – у контролі та в дослідних аналогах. Усі варіанти досліджень мали трикратну повторність. У подальшому кожні три доби впродовж експерименту проводили вимірювання рівня емісії з досліджуваного субстрату шкідливих газів за допомогою багатокомпонентного індивідуального переносного сигналізатора-аналізатора газів Дозор С-М-5 (свідцтво про перевірку законодавчо регульованого засобу вимірювальної техніки № 84709/92 і сертифікат відповідності № UA.TR.002.CB.1234-19).

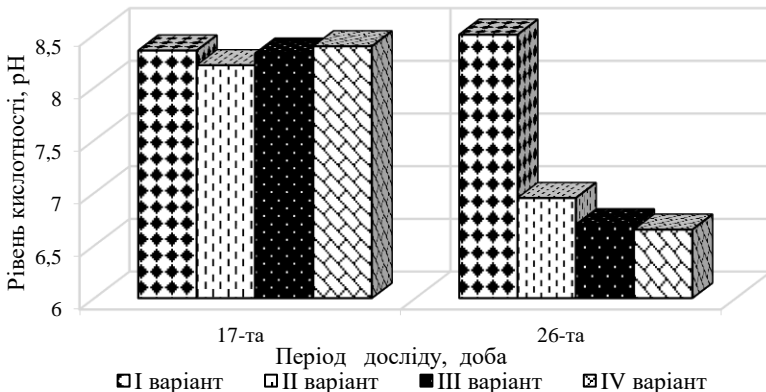
Біопрепарат скарабей (ПНП «Укрзоветпромпочстач») – представлений композицією з 3 штамів високоактивних бактерій –

*Bacillus amylolique faciens BS-18 IMB B-7470, Cellulomonas flavigena C-53 IMB B-7473, Rhodotorula glutinis KP Ж-1 IMB Y-5056*, носій – кукурудзяна крупа в поєднанні із пшеничною.

На початку досліджень та після їх завершення визначали водневий показник (рН) за допомогою приладу рН-метр Тур N5170.

Математично-статистичний аналіз одержаних даних здійснювали, використовуючи методи варіаційної статистики, за допомогою стандартного пакета прикладних програм *Microsoft EXCEL* та *AtteStat* з використанням t-критерію Стьюдента. Розраховували середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних ( $\pm m$ ). Різниця між середніми арифметичними значеннями вважали вірогідними за: \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

**Результати та обговорення.** У процесі проведення досліджень встановлено зменшення показника рН курячого посліду, який є ключовим фактором і визначає спрямованість анаеробного бродіння. Зокрема, водневий показник зброженого субстрату в контрольному варіанті на початку і після завершення експерименту (*in vitro*) коливався у межах 8,35–8,55, тобто мав лужну реакцію. Водночас із цим додавання в курячий послід біопрепарату скарабей обумовлювало зниження процесів анаеробного бродіння впродовж досліджуваного періоду в усіх варіантах, що підтверджується зміщенням показника рН у кислую сторону, залежно від дози цього біопрепарату, до 6,95–6,65 (рис.) і пояснюється пригніченням життєдіяльності мікроорганізмів та зростанням концентрації іонів  $H^+$ .



**Рис.** Рівень кислотності у варіантах із застосуванням різних доз біопрепарату скарабей (I варіант – контроль, II – 20 г/м<sup>3</sup>, III – 40 г/м<sup>3</sup>, IV – 60 г/м<sup>3</sup>)

Отже, аналіз одержаних результатів свідчить, що у варіантах із внесенням до зброженого субстрату (*in vitro*) різних доз (20–60 г/м<sup>3</sup>) біопрепарату скарабей за мезофільного режиму анаеробної ферментації відбувалося зменшення водневого показника (рН) на 1,6–1,9, що тим самим сприяло і нижчому рівню виділення досліджуваних газів – CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, NO (табл.).

### Вплив різних доз біопрепарату скарабей на емісію шкідливих газів із курячого посліду (*in vitro*), M±m, n=3

Період дослідження, доби	Варіанти дослідження			
	I	II	III	IV
CH <sub>4</sub> , л/м <sup>3</sup>				
17	530±2,89	537±1,86	533±2,31	532±1,45
20	535±2,03	481±1,53***	470±1,76***	466±2,08***
23	545±1,86	482±1,76***	466±2,4***	463±2,31***
26	550±1,15	479±2,03***	463±1,76***	459±2,6***
CO <sub>2</sub> , л/м <sup>3</sup>				
17	384±4,1	389±2,33	387±3,06	386±2,65
20	389±3,0	350±2,31***	342±4,26***	339±3,06***
23	390±5,51	345±2,03**	334±1,73***	332±2,31***
26	395±2,08	344±1,76***	332,5±2,03***	330±3,71***
NO, мг/м <sup>3</sup>				
17	145,0±0,95	144,5±0,52	144,4±0,22	144,2±0,31
20	126,7±0,67	113,1±3,37*	110,9±4,92*	111,8±6,05
23	104,7±0,76	92,4±6,7	90,8±6,36	89,3±2,48**
26	82,2±1,07	74,4±2,17*	72,5±1,9*	72,0±1,47**
NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup>				
17	357,0±60,88	358,8±64,09	358,6±63,71	351,6±54,76
20	305,7±54,79	273,5±50,58	269,8±57,16	261,3±60,02
23	276,2±2,74	238,7±63,97	232,0±14,22*	224,3±58,57
26	226,8±4,79	201,6±2,83*	194,5±4,12**	187,3±15,64
H <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>				
17	120,9±1,1	120,5±5,29	121,3±4,94	120,5±5,57
20	91,5±5,8	78,9±5,34	75,4±6,06	74,3±6,44
23	65,2±1,33	53,9±5,05	52,7±5,89	52,1±6,84
26	45,4±1,62	39,8±5,74	38,1±1,55*	37,1±0,81*

Примітка. Різниця вірогідна щодо контролю: \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

За результатами досліджень встановлено, що інтенсивність перебігу анаеробного бродіння і процеси емісії газів з курячого посліду залежать від тривалості експерименту. Зокрема, при застосуванні біопрепарату скарабей у кількості  $20 \text{ г/м}^3$  відбувається зменшення виходу метану та вуглекислого газу з досліджуваного субстрату відповідно: на 20-ту добу –  $54 \text{ л/м}^3$  та  $39 \text{ л/м}^3$  – 10,0 % ( $P < 0,001$ ); на 23-тю добу –  $63 \text{ л/м}^3$  ( $P < 0,001$ ) і  $45 \text{ л/м}^3$  ( $P < 0,01$ ), тобто 11,5 %; на 26-ту добу –  $71 \text{ л/м}^3$  ( $P < 0,001$ ) й  $51 \text{ л/м}^3$ , або 12,9 % порівняно з контрольним аналогом. У варіантах із внесенням у зброджений курячий послід цього біопрепарату в дозі  $40 \text{ г/м}^3$  спостерігали зниження рівня виділення  $\text{CH}_4$  і  $\text{CO}_2$ , залежно від доби експерименту, відповідно на 65 та  $47 \text{ л/м}^3$ , тобто 12,1 %,  $P < 0,001$  – 20-та доба; на 79 й  $56 \text{ л/м}^3$ , або 14,5 %,  $P < 0,001$  – 23-тя доба; на 87 і  $62,5 \text{ л/м}^3$  – 15,8 %,  $P < 0,001$  – 26-та доба щодо контролю. У процесі проведення досліджень встановлено, що додавання біопрепарату скарабей у кількості  $60 \text{ г/м}^3$  обумовлює зменшення емісії метану й вуглекислого газу з досліджуваного субстрату на 20–26 доби відповідно на 69–91 й  $50$ – $65 \text{ л/м}^3$ , тобто у відсотковому відношенні – 12,9–16,5 % ( $P < 0,001$ ) щодо контрольного варіанта. Підсумовуючи одержані дані, слід зазначити, що найнижчий рівень виділення  $\text{CH}_4$  і  $\text{CO}_2$  з збродженого курячого посліду в динаміці проведення досліджень відзначено на 26-ту добу в усіх варіантах із використанням різних доз біопрепарату скарабей.

Одержані експериментальні дані підтверджують, що із досліджуваного субстрату, окрім метану та вуглекислого газу, виділялися в незначній кількості такі гази, як  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$ , емісія яких зменшувалася із збільшенням тривалості процесу біоферментації як у контролі, так і у дослідних аналогах. Водночас із наведеним у варіантах із використанням біопрепарату скарабей відбувалося ефективніше зниження емісії зазначених вище газів із курячого посліду. Рівень виділення оксиду азоту з досліджуваного субстрату нижчий при внесенні  $20 \text{ г/м}^3$  біопрепарату скарабей, залежно від доби експерименту: на 20-ту добу –  $13,6 \text{ мг/м}^3$  (10,7 %;  $P < 0,05$ ); на 23-тю добу –  $12,3 \text{ мг/м}^3$ , або 11,8 %; на 26-ту добу –  $7,8 \text{ мг/м}^3$  ( $P < 0,05$ ), тобто 9,5 % щодо контрольного аналога. Додавання у зброджений курячий послід біопрепарату скарабей у кількості  $40 \text{ г/м}^3$  обумовлює зменшення емісії  $\text{NO}$  відповідно на  $15,8 \text{ мг/м}^3$ , або 12,5 %,  $P < 0,05$  – 20-та доба; на  $13,9 \text{ мг/м}^3$ , тобто 13,3 % – 23-тя доба; на  $9,7 \text{ мг/м}^3$  – 11,8 %,  $P < 0,05$  – 26-та доба порівняно з контролем. Застосування біопрепарату скарабей у дозі  $60 \text{ г/м}^3$  сприяє нижчому рівню виділення оксиду азоту із досліджуваного субстрату, залежно від доби експерименту:

відповідно на 20-ту добу – 14,9 мг/м<sup>3</sup> (11,8 %); на 23-тю добу – 15,4 мг/м<sup>3</sup> (14,7 %, P<0,01); на 26-ту добу – 10,2 мг/м<sup>3</sup> (12,4 %, P<0,01) щодо контролю.

Спираючись на результати експериментальних досліджень, слід зазначити, що при внесенні біопрепарату скарабей у різних дозах (20–60 г/м<sup>3</sup>) за анаеробної ферментації курячого посліду (*in vitro*) відбувається зменшення емісії аміаку, залежно від тривалості експерименту, відповідно на 32,2–44,4 мг/м<sup>3</sup>, тобто 10,5–14,5 % – 20-та доба; на 37,5–51,9 мг/м<sup>3</sup> (P<0,05), або 13,6–18,8 % – 23-тя доба; на 25,2–39,5 мг/м<sup>3</sup> (P<0,05–0,01) – 11,1–17,4 % – 26-та доба щодо контрольного аналога.

Біопрепарат скарабей у дозі 20 г/м<sup>3</sup> знижує рівень виділення сірководню із досліджуваного субстрату щодо контролю відповідно на 20-ту добу – 12,6 мг/м<sup>3</sup> (13,8 %); на 23-тю добу – 11,3 мг/м<sup>3</sup>, або 17,3 %; на 26-ту добу – 5,6 мг/м<sup>3</sup> – 12,3 %. При додаванні у зброжений курячий послід 40 г/м<sup>3</sup> біопрепарату скарабей спостерігали зменшення емісії H<sub>2</sub>S, залежно від доби експерименту, на 16,1 мг/м<sup>3</sup>, тобто 17,6 % – 20-та доба; на 12,5 мг/м<sup>3</sup>, або 19,2 % – 23-тя доба; на 7,3 мг/м<sup>3</sup> (P<0,05) – 16,1 % – 26-та доба порівняно з контрольним варіантом. Використання 60 г/м<sup>3</sup> біопрепарату скарабей сприяє нижчому рівню виділення сірководню із досліджуваного субстрату: відповідно на 20-ту добу – 17,2 мг/м<sup>3</sup>, або 18,8 %; на 23-тю добу – 13,1 мг/м<sup>3</sup> (20,1 %); на 26-ту добу експерименту – 8,3 мг/м<sup>3</sup> (P<0,05), тобто 18,3 % щодо контрольного аналога.

На основі аналізу отриманих результатів у процесі проведення експериментальних досліджень слід відзначити, що найефективнішу дію на зменшення емісії із курячого посліду (*in vitro*) оксиду азоту, аміаку та сірководню встановлено на 23-тю добу в усіх дослідних варіантах із застосуванням різних доз біопрепарату скарабей.

Таким чином, експериментально підтверджено та обґрунтовано, що використання біопрепарату скарабей при анаеробному бродінні досліджуваного субстрату, незалежно від дози (20 г/м<sup>3</sup>; 40 і 60 г/м<sup>3</sup>), обумовлює зниження обсягу виділення шкідливих газів – CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, NO. Зокрема, удвічі вища доза цього біопрепарату (40 г/м<sup>3</sup>) сприяла зменшенню рівня виділення досліджуваних газів із зброженого курячого посліду – до 4 % щодо мінімальної його кількості (20 г/м<sup>3</sup>). Тоді як 3-кратне збільшення дози (60 г/м<sup>3</sup>) біопрепарату скарабей викликало незначне зниження емісії газів з зброженого субстрату щодо середньої використаної (40 г/м<sup>3</sup>), тобто не мало значної дії і є економічно недоцільним.

Отже, проведені дослідження свідчать про перспективність використання біопрепарату скарабей при зберіганні курячого посліду як у гноєсховищах (лагунах), так і безпосередньо в приміщеннях на птахофабриках для зменшення рівня виділення шкідливих газів та запобігання забрудненню довкілля, а відтак і мінімізації негативного впливу інтенсивного ведення галузі птахівництва.

**Висновки.** На основі проведених досліджень встановлено ефективний вплив на зменшення емісії шкідливих газів –  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}$  – з курячого посліду різних доз біопрепарату скарабей за мезофільного режиму бродіння в анаеробних умовах *in vitro*, що підтверджується нижчим показником рН. Найкращі результати щодо зменшення рівня виділення досліджуваних газів з субстрату отримано у варіантах із внесенням цього біопрепарату в кількості  $40 \text{ г/м}^3$ , зокрема, залежно від тривалості досліджень (20–26 доба), емісія  $\text{CH}_4$  та  $\text{CO}_2$  нижча на 12,1–15,8 %,  $\text{NO}$  – 11,8–13,3 %,  $\text{H}_2\text{S}$  – 16,1–19,2 % і  $\text{NH}_3$  – на 11,7–16,0 %. Отже, експериментальні дослідження підтверджують доцільність застосування біопрепарату скарабей у дозі  $40 \text{ г/м}^3$  для мінімізації емісії шкідливих газів з курячого посліду.

#### 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. Серія «Екологія»*. 2016. Вип. 14. С. 91–97.
2. 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 трав. 2015 р.). Київ, 2015. С. 205–207.
3. Бородай В. П., Пінчук В. О., Тертична О. В. Перспективні напрями екологічних досліджень у галузі тваринництва. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 44–48.
4. Вовк В. Ю. Екологічно безпечні технології переробки відходів сільського господарства для забезпечення енергетичної безпеки. Збірка матеріалів Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» «Екологічно дружні технологічні рішення для місцевих громад щодо поводження з відходами» (м. Київ, 23–24 листоп. 2021 р.). Київ : Центр

#### References

1. Binkovska H. V., Shanina T. P. Evaluation of greenhouse gases emission in the systems of handling with agricultural wastes in Odesa region. *Visnyk KhNU imeni V. N. Karazina. Seriya «Ekolohiia»*. 2016. Issue 14. P. 91–97.
2. Boiko I. A. Ecological problems of poultry farming and directions of their solution. Materialy XI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Problemy ekonomiky pidpriemstv v suchasnykh umovakh» (m. Kyiv, 21–22 trav. 2015 r.). Kyiv, 2015. P. 205–207.
3. Borodai V. P., Pinchuk V. O., Tertychna O. V. Promising areas of environmental research in the field of animal husbandry. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2017. No. 2. P. 44–48.
4. Vovk V. Yu. Environmentally safe agricultural waste processing technologies to ensure energy security. Zbirka materialiv Natsionalnoho forumu «Povodzhennia z vidkhodamy v Ukraini: zakonodavstvo, ekonomika, tekhnolohii» «Ekolohichno druzhni tekhnolohichni rishehnia dlia mistsevykh hromad shchodo povodzhennia z vidkhodamy» (m. Kyiv, 23–24 lystop.

екологічної освіти та інформації, 2021. С. 148–154.

5. Вплив різних доз біопрепарату Меганіт Нірбатор на емісію парникових газів з курячого посліду / М. І. Воробель та ін. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99, № 2. С. 52–59. DOI: 10.31073/agrovisnyk202102-07.

6. Державний комітет статистики України: офіційний сайт. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publ7\\_u.htm](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm) (дата звернення: 12.12.2022).

7. До питання розрахунку викидів парникових газів відходів тваринництва / М. О. Захаренко та ін. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6, № 3/4. С. 63–70.

8. Дутка Д. І. До питання поводження з органічними відходами пахофабрики. *Матеріали III наук.-практ. конф. «Екологія та сталий розвиток»* (м. Маріуполь, 22–23 лют. 2018 р.). Маріуполь, 2018. С. 78–81.

9. Екологічна безпека при виробництві продукції птахівництва / О. В. Тертична та ін. *Тези Міжнар. вузівської наук.-практ. конф. студ., асп. і молодих учених «Екологічний розвиток країни в рамках європейської інтеграції»* (м. Житомир, 5 трав. 2014 р.). Житомир, 2014. С. 32.

10. Емісія парникових газів у курячому посліді при застосуванні природних сорбентів / М. І. Воробель та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (1). С. 169–182. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-1-11.

11. 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 груд. 2016 р.). Харків, 2016. С. 21.

12. Канда М., Мальований М., Одноріг З. Мінімізація екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні діяльності птахофабрик. *Міжнародний науковий симпозіум «Сталый розвиток – стан та перспективи»* (м. Львів, Славське, 28 лют. – 3 берез. 2018 р.). Львів, Славське, 2018. С. 145–146.

2021 р.). Kyiv : Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii, 2021. P. 148–154.

5. Effect of different doses of biological preparation Meganit Nirbator on greenhouse gas emissions from chicken manure / M. I. Vorobel et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2021. Vol. 99, No. 2. P. 52–59. DOI: 10.31073/agrovisnyk202102-07.

6. State Statistics Committee of Ukraine: official site. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publ7\\_u.htm](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm) (last accessed: 12.12.2022).

7. On the question of calculation the greenhouse gas emissions of livestock waste / M. O. Zakharenko et al. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2014. Vol. 6, No. 3/4. P. 63–70.

8. 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 liut. 2018 r.). Mariupol, 2018. P. 78–81.

9. 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 intehratsii»* (m. Zhytomyr, 5 trav. 2014 r.). Zhytomyr, 2014. P. 32.

10. Greenhouse gas emissions in chicken dung at the using of natural sorbents / M. I. Vorobel et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2021. Issue 69 (1). P. 169–182. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-1-11.

11. Zhukov B. S. Modern problems in poultry farming. *Materialy III Vseukr. nauk.-prakt. Internet-konferentsii «Innovatsiini rozrobky studentiv ta molodykh naukovtsiv v haluzi tekhnichnoho servisu mashyn»* (m. Kharkiv, 1–2 hrud. 2016 r.). Kharkiv, 2016. P. 21.

12. Kanda M., Malovanyi M., Odnorih Z. Minimization of ecological danger from environmental pollution in the area of activity of poultry farms. *Mizhnarodnyi naukovyi sympozium «Stalyy rozvytok – stan ta perspektyny»* (m. Lviv, Slavske, 28 liut. – 3 berez. 2018 r.). Lviv, Slavske, 2018. P. 145–146.

13. Kvitka I. V. Organizational and

13. Квітка І. В. Організаційно-економічні проблеми поводження з відходами птахівництва в Україні. *Економічна політика і природокористування*. 2017. Вип. 6 (128). С. 95–98.
14. Кизь Т. В. Емісія аміаку у пташнику при додаванні до підстилки різних реагентів. *Птахівництво*. 2010. Вип. 65. С. 127–138.
15. Ляшенко М. В. Екологічна парадигма локалізації виробництва продукції тваринництва. *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. № 11. С. 70–75.
16. Мельник В. О. Екологічні проблеми сучасного птахівництва. *Птахівництво*. 2009. Вип. 63. С. 1–15.
17. Михайлова Є. О. Викиди парникових газів в Україні та світі. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика» (м. Харків, 24 листоп. 2016 р.). Харків, 2016. С. 183–184.
18. Пінчук В. О. Емісія парникових газів у галузі тваринництва України. *Біоресурси і природокористування*. 2015. Т. 7, № 1/2. С. 115–118.
19. Приймак В. В. Вплив, який завдається навколишньому середовищу в процесі функціонування промислового птахівництва. *Наука і студія*. 2016. Vol. 10. P. 181–184.
20. Ряполова І. О., Коннова Д. Вирішення екологічних проблем з відходами птахівництва за допомогою ЕМ-препарату. *The art of scientific mind*. 2019. № 3. P. 90–92. DOI: 10.11232/2617-7064.3.1.
21. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Григоренко С. М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету сільського господарства імені П. Василенка*. 2019. Вип. 199. С. 267–275.
22. Скляр Р. В., Скляр О. Г., Мілько Д. О. Особливості процесу метаногенерації пташиного посліду. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2018. Вип. 8, Т. 2. С. 2–6. DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6.
23. Стасів О. Ф., Котько Н. М. Агровиробничі ризики та можливості economic problems of breeding with poultry waste in Ukraine. *Економічна політика і природокористування*. 2017. Issue 6 (128). P. 95–98.
14. Kyz T. V. Emission of ammonia in the poultry house when adding various reagents to the litter. *Ptakhivnytstvo*. 2010. Issue 65. P. 127–138.
15. Liashenko M. V. Environmental paradigm of localization livestock production. *Investitsii: praktyka ta dosvid*. 2018. No. 11. P. 70–75.
16. Melnyk V. O. Ecological problems of modern poultry farming. *Ptakhivnytstvo*. 2009. Issue 63. P. 1–15.
17. Mykhailova Ye. O. Greenhouse gas emissions in Ukraine and the world. *Materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. «Problemy tekhnogenno-ekolohichnoi bezpekы: osvita, nauka, praktyka»* (m. Kharkiv, 24 lystop. 2016 r.). Kharkiv, 2016. P. 183–184.
18. Pinchuk V. O. Greenhouse gas emissions in livestock Ukraine. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya*. 2015. Vol. 7, No. 1/2. P. 115–118.
19. Pryimak V. V. Impact on the environment during the operation of industrial poultry farming. *Nauka i studia*. 2016. Vol. 10. P. 181–184.
20. Riapolova I. O., Konnova D. Resolving environmental problems with wastes of poultry farming with the help of the EM drug. *The art of scientific mind*. 2019. No. 3. P. 90–92. DOI: 10.11232/2617-7064.3.1.
21. Skliar O. H., Skliar R. V., Hryhorenko S. M. Program and method of experimental researches on laboratory biogasous installation. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni P. Vasylenka*. 2019. Issue 199. P. 267–275.
22. Skliar R. V., Skliar O. H., Milko D. O. Features of the process of methanogenesis of bird droppings. *Naukovyi visnyk TDAТУ*. 2018. Issue 8, Vol. 2. P. 2–6. DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6.
23. Stasiv O. F., Kotko N. M. Agricultural risks and opportunities of global climate change for the development

глобальних змін клімату для розвитку сільськогосподарського сектора України. *Scientific Collection «InterConf»*. 2020. № 3 (39). P. 162–164.

24. 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.

25. Удосконалення технологій виробництва продукції птахівництва: ретроспектива і перспективи / І. І. Івко та ін. *Птахівництво*. 2009. Вип. 64. С. 11–23.

26. Фурдичко О. І., Сваліявчук Л. І., Шевцова О. Л. Еколого-економічні дослідження використання побічних продуктів тваринного походження. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 5–11.

27. Ходорчук В. Я., Алієва І. В., Марткоплішвілі М. М. Мінімізація емісії парникових газів у сільському господарстві. *Аграрний вісник Півдня*. 2014. № 1. С. 168–173.

28. Ященко С. В. Екологічна оцінка очистки та знезараження стічних вод птахокомплексу. *НТБ ІБТ та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. 2010. Вип. 11, № 2/3. С. 328–331.

29. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions : Review / J. M.-F. Johnson et al. *Environmental Pollution*. 2007. Vol. 150. P. 107–124.

30. Agriculture, forestry and other land use emissions by sources and removals by sinks. 1990-2011 analysis / F. N. Tubiello et al. FAO Statistics Division, Working Paper Series ESS/14-02. 2014. 89 p.

31. Asgedom H., Kebreab E. Beneficial management practices and mitigation of greenhouse gas emissions in the agriculture of the Canadian Prairie: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2011. Vol. 31. P. 433–451. DOI: 10.1007/s13593-011-0016-2.

32. 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.

33. Caro D. Greenhouse gas and livestock emissions and climate change. *Encyclopedia of food security and sustainability*. 2019. Vol. 1. P. 228–232. DOI: 10.1016/B978-0-08-

of the agricultural sector of Ukraine. *Scientific Collection «InterConf»*. 2020. No. 3 (39). P. 162–164.

24. Technological methods of improving the microclimate in the poultry house when keeping turkeys on the litter / O. V. Melnyk et al. *Visnyk KhNTUSH imeni P. Vasylenka*. 2013. Issue 132. P. 434–443.

25. Improvement of production technologies of poultry products: retrospective and prospects / I. I. Ivko et al. *Ptakhivnytstvo*. 2009. Issue 64. P. 11–23.

26. Furdychko O. I., Svaliavchuk L. I., Shevtsova O. L. Ecological and economic studies of the use of by-products of animal origin. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2019. No. 2. P. 5–11.

27. Khodorchuk V. Ya., Aliieva I. V., Martkoplshvili M. M. Minimization of greenhouses gas emissions from agriculture. *Ahrarnyi visnyk Pivdnia*. 2014. No. 1. P. 168–173.

28. Yashchenko S. V. Ecological assessment of sewage treatment and disinfection of poultry complex. *NTB IBT ta DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok*. 2010. Issue 11, No. 2/3. P. 328–331.

29. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions : Review / J. M.-F. Johnson et al. *Environmental Pollution*. 2007. Vol. 150. P. 107–124.

30. Agriculture, forestry and other land use emissions by sources and removals by sinks. 1990-2011 analysis / F. N. Tubiello et al. FAO Statistics Division, Working Paper Series ESS/14-02. 2014. 89 p.

31. Asgedom H., Kebreab E. Beneficial management practices and mitigation of greenhouse gas emissions in the agriculture of the Canadian Prairie : a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2011. Vol. 31. P. 433–451. DOI: 10.1007/s13593-011-0016-2.

32. 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.

33. Caro D. Greenhouse gas and

100596-5.22012-X.

34. Dobrowolski D. Świat a zmiany klimatyczne. URL: [https://globalna.ceo.org.pl/sites/globalna.ceo.org.pl/files/m4\\_swiat\\_a\\_zmiany\\_klimatyczne\\_0.pdf](https://globalna.ceo.org.pl/sites/globalna.ceo.org.pl/files/m4_swiat_a_zmiany_klimatyczne_0.pdf) (last accessed: 12.12.2022).

35. 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.

36. Greenhouse gas mitigation in agriculture / P. Smith et al. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 2008. Vol. 363. P. 789–813. DOI: 10.1098/RSTB.2007.2184.

37. Koneswaran G., Nierenberg D. Global farm animal production and global warming: Impacting and mitigating climate change. *Environ. Health Perspect.* 2008. Vol. 116, No. 5. P. 578–582. DOI: 10.1289/ehp.11034.

38. Manure management for greenhouse gas mitigation / S. O. Petersen et al. *Animal.* 2013. No. 7. P. 266–282. DOI: 10.1017/S1751731113000736.

39. Natural zeolites in diet or litter of broilers / A. F. Schneider et al. *British Poultry Science.* 2016. Vol. 57, No. 2. P. 257–263.

40. Uses and management of poultry litter / N. S. Bolan et al. *World Poultry Sci. J.* 2010. Vol. 66, Issue 4. P. 673–698. DOI: 10.1017/S0043933910000656.

livestock emissions and climate change. *Encyclopedia of food security and sustainability.* 2019. Vol. 1. P. 228–232. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.22012-X.

34. Dobrowolski D. Świat a zmiany klimatyczne. URL: [https://globalna.ceo.org.pl/sites/globalna.ceo.org.pl/files/m4\\_swiat\\_a\\_zmiany\\_klimatyczne\\_0.pdf](https://globalna.ceo.org.pl/sites/globalna.ceo.org.pl/files/m4_swiat_a_zmiany_klimatyczne_0.pdf) (last accessed: 12.12.2022).

35. 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.

36. Greenhouse gas mitigation in agriculture / P. Smith et al. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 2008. Vol. 363. P. 789–813. DOI: 10.1098/RSTB.2007.2184.

37. Koneswaran G., Nierenberg D. Global farm animal production and global warming: Impacting and mitigating climate change. *Environ. Health Perspect.* 2008. Vol. 116, No. 5. P. 578–582. DOI: 10.1289/ehp.11034.

38. Manure management for greenhouse gas mitigation / S. O. Petersen et al. *Animal.* 2013. No. 7. P. 266–282. DOI: 10.1017/S1751731113000736.

39. Natural zeolites in diet or litter of broilers / A. F. Schneider et al. *British Poultry Science.* 2016. Vol. 57, No. 2. P. 257–263.

40. Uses and management of poultry litter / N. S. Bolan et al. *World Poultry Sci. J.* 2010. Vol. 66, Issue 4. P. 673–698. DOI: 10.1017/S0043933910000656.

Отримано 6 березня 2023 р.  
Погоджено до друку 10 березня 2023 р.

**О. Я. КЛИМ<sup>1</sup>, М. І. ВОРОБЕЛЬ<sup>1</sup>, кандидати сільськогосподарських наук**  
**Ю. В. КОВАЛЬСЬКИЙ<sup>2</sup>, Й. Ф. РІВІС<sup>1</sup>, доктори сільськогосподарських наук**  
**В. В. КАПЛІНСЬКИЙ<sup>3</sup>, кандидат ветеринарних наук**  
**Р. Л. АНДРОШУЛІК<sup>3</sup>, аспірант**

<sup>1</sup>Інститут сільськогосподарства Карпатського регіону НААН  
*вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115,*  
*e-mail: klum-oleg@ukr.net*

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С. З. Гжицького  
*вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010*

<sup>3</sup>Інститут біології тварин НААН  
*вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034*

## **ПОЖИВНА ЦІННІСТЬ ТА СУЧАСНІ ПІДХОДИ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ**

Наведено матеріали аналізу наявних наукових та виробничих даних, які отримали вчені, щодо особливостей біохімічного складу та біологічної цінності бджолиного обніжжя. Проаналізовано та узагальнено результати досліджень, що стосуються ефективності застосування цього продукту бджільництва в живленні бджіл і впливу його на фізіологічні процеси й життєздатність бджолиних сімей та їх продуктивність. Систематизовано дані щодо позитивної дії використання бджолиного обніжжя, як на організм тварин, так і людей.

Бджільництво належить до пріоритетних галузей агропромислового комплексу, оскільки дає можливість забезпечувати щорічні потреби населення високоякісною та екологічно безпечною продукцією – медом, воском, обніжжям, маточним молочком, прополісом та трутневим гомогенатом, а господарства – повноцінним селекційним матеріалом. Також відомі факти про важливість медоносних бджіл у запиленні ентомофільних культур, що тим самим зумовлює підвищення їх урожайності, якості насіння та його схожості. Унікальна цінність продуктів бджільництва полягає у їх рослинно-тваринному походженні, високій поживності, екологічності і профілактично-лікувальних властивостях.

Життєдіяльність бджолиних сімей, зокрема вирощування розплуду, льотно-збиральна продуктивність залежить від надходження у гніздо протеїнових кормів. Забезпечення достатньою кількістю обніжжя впливає не лише на силу бджолиних сімей, а також і на рівень їх медової та воскової продуктивності. Потреба бджіл у протеїні, ліпідах, вітамінах, амінокислотах, мінеральних елементах та інших біологічно активних речовинах безпосередньо залежить від рівня забезпечення їх обніжжям. Цей продукт

© Клим О. Я., Воробель М. І.,  
Ковальський Ю. В., Рівіс Й. Ф.,  
Каплінський В. В., Андрюшук Р. Л., 2023

бджільництва являє собою біологічний стимулятор фізіологічних процесів організму, є цінним високопоживним продуктом і використовується як харчова добавка медичної галузі. Отже, завдяки своїм фізико-хімічним властивостям обніжжя має достатньо широкий спектр застосування, як у галузі бджільництва, так і гуманній та ветеринарній медицині, фармакології, косметичній та харчовій промисловості.

**Ключові слова:** медоносні бджоли, обніжжя, перга, біохімічний склад, поживні речовини, профілактика, лікування.

**Oleh Klym<sup>1</sup>, Mariia Vorobel<sup>1</sup>, Yurii Kovalskyi<sup>2</sup>, Yosyp Ravis<sup>1</sup>, Vasyl Kaplinskyi<sup>3</sup>, Ruslan Androshulik<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Lviv

<sup>3</sup>Institute of animal biology NAAS

### **Nutritional value and modern approaches to the usage of the bee pollen**

The article provides materials for the analysis of available scientific and production data obtained by the scientists, regarding the peculiarities of the biochemical composition and biological value of the bee pollen. The results of studies related to the effectiveness of the use of this beekeeping product in feeding bees and its impact on the physiological processes and the viability of bee colonies and their productivity have been analyzed and summarized. The data on the positive effect of the bee pollen usage on the body of both animals and humans have been systematized.

Beekeeping is one of the priority branches of the agro-industrial complex, as it makes possible to provide the annual needs of the population with high-quality and ecologically safe products – honey, wax, royal jelly, bee pollen, propolis and drone homogenate, and farms – with full-fledged breeding material. There are also well-known facts about the importance of honey bees in pollination of entomophilous crops, which thereby leads to an increase in their yield, seed quality and germination. The unique value of beekeeping products lies in their plant and animal origin, high nutritional value, environmental friendliness, preventive and curative properties.

The life activity of bee families, in particular the breeding of the brood, flying and gathering productivity depends on the income of protein food in the nest. Providing the necessary amount of honey affects not only the strength of bee colonies, but also the level of their honey and wax productivity. The need of bees for protein, lipids, vitamins, amino acids, mineral elements and other biologically active substances directly depends on the level of their provision with bee pollen. This beekeeping product is a biological stimulator of the body's physiological processes, is a valuable highly nutritious product and is used as a food supplement in the medical field. So, thanks to its physical and chemical properties, bee pollen has a fairly wide range of applications, both in the field of the beekeeping, humane and veterinary medicine, pharmacology, cosmetic and food industry.

**Keywords:** honey bees, bee pollen, ambrosia, biochemical composition, nutrients, prevention, treatment.

**Вступ.** Галузь бджільництва забезпечує сільське господарство великою кількістю цінної продукції, зокрема медом, обніжжям, прополісом, пергою, маточним молочком, трутневим гомогенатом [2, 10, 13]. Оригінальність продуктів галузі бджільництва обумовлюється у їх рослинно-тваринним походженням [2, 13]. Відомо, що бджоли виконують три основні функції під час своєї життєдіяльності:

– запилення рослин, одна з основних, що дозволяє підтримувати біологічний баланс планети та сприяє підвищенню врожайності рослин;

– вироблення якісної бджолиної продукції для переробної та харчової промисловості, проведення апітерапії тощо;

– біоіндикації – реагування на погіршення екології навколишнього середовища [2, 4, 7].

В Україні щорічно збільшується кількість бджолиних сімей, що сприяє виробництву високоякісної продукції бджільництва та збільшенню її експорту [2, 10].

Одним із важливих продуктів, який слугує джерелом цінних поживних речовин для життєдіяльності сім'ї медоносних бджіл, є бджолине обніжжя, що утворюється під час збору бджолами пилку різноманітних рослин. Бджоли його формують шляхом склеювання пилку при додаванні нектару рослин і секрету мандибулярних залоз на гомілках задніх ніг. Цю ділянку ніг прийнято називати «кошичок» [1, 13, 22].

Після надходження обніжжя у гніздо бджоли складають його у воскові комірочки. Внаслідок додавання меду під дією молочної кислоти, в процесі бродіння без доступу кисню, обніжжя перетворюється в новий протеїновий продукт – пергу [2, 13, 14]. Водночас бджолине обніжжя також є джерелом поживних речовин для синтезу маточного молочка. Так, споживаючи обніжжя, бджоли-годувальниці виробляють маточне молочко, яким годують матку, а також вигодовують молодих личинок. Саме завдяки маточному молочку із заплідненого яйця розвивається матка [22].

Бджолине обніжжя – це цінний продукт завдяки унікальному складу компонентів, яких є понад 250, зокрема протеїнів, амінокислот, вуглеводів (переважно фруктози та глюкози), вітамінів, мікро- і макроелементів, ензимів, фенольних сполук тощо [7, 22, 35, 36]. Переважна більшість цих речовин володіють антиоксидантними, імуностимулюючими, радіопротекторними та іншими корисними властивостями [5, 15].

Бджолине обніжжя у своєму складі містить ліпіди (фосфоліпіди, моно- та диацилгліцероли, вільний фітостерол, тригліцероли,

етерифікований фітостерол), які відсутні навіть у меді. Цьому продукту бджільництва характерний високий вміст ліпідів – 3,3–14,0 %, в якому виявлено 11 жирних кислот – моно- і поліненасичених [13, 15].

Протеїни та амінокислоти бджолиного обніжжя в середньому становлять близько 24 %. Вони являють собою протеїновий комплекс, у складі якого є 22 амінокислоти, 8 з яких не синтезуються в організмі – аргінін, гістидин, ізолейцин, лейцин, гліцин, метіонін, фенілаланін, триптофан [13, 14, 29, 35]. За біологічною цінністю протеїн, що міститься у бджолиному обніжжі, характеризується вищими показниками порівняно з протеїном молока [13].

У бджолиному обніжжі наявний широкий спектр вітамінів, зокрема групи В: В<sub>1</sub> (тіамін), В<sub>2</sub> (рибофлавін), В<sub>5</sub> (нікотинова кислота), В<sub>6</sub> (фолієва кислота), В<sub>8</sub> (пантотенова кислота), а також вітамін С (аскорбінова кислота), D (кальциферол), Е (токоферол), Р<sub>1</sub> (рутин) тощо [5, 12]. Слід зауважити, що вміст вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> у цьому продукті є вищим порівняно з ягодами та плодами, зеленими овочами [5, 22].

В обніжжі знаходиться до 50 ензимів, такі як: амілаза, інвертаза, фосфатаза, каталаза, пероксидаза, фосфорилаза, трегалаза тощо. Серед багатьох ензимів в обніжжі присутній і високомолекулярний протеїн – лізоцим, який забезпечує антибактеріальний захист бджолиної сім'ї [4, 12].

Склад обніжжя характеризується наявністю таких фенольних сполук: катехіни, флавоноїди, антоціани, лейкоантоціани, аурони, халкони і фенолокислоти [13, 35]. У цьому продукті міститься в середньому 3,5 % мінеральних речовин (макро- і мікроелементи) – Калій, Кальцій, Магній, Ферум, Цинк, Купрум, Кобальт, Фосфор, Марганець, Сульфур, Аргентум, Нікель, Натрій, Хлор тощо [5, 12, 13]. Аналізуючи літературні джерела, слід зауважити, що вміст Феруму в обніжжі вищий у сім разів щодо яловичини. У бджолиному обніжжі міститься удвічі більше Кальцію порівняно з його вмістом у молоці [14].

За даними вітчизняних та зарубіжних вчених, обніжжя відрізняється своїм хімічним складом залежно від періоду його відбору [1, 20]. Так, зокрема, весняне обніжжя містить більшу кількість протеїну, вітамінів групи В тощо і відзначається кращою якістю, ніж в інші періоди сезону, що важливо враховувати для інтенсивного розвитку бджолиних сімей [15, 20, 37]. Зокрема дослідженнями V. Liolios et al. встановлено, що обніжжя, зібране навесні, мало вищий вміст протеїну (20–24,7 %), ніж влітку (15,1–

19,9 %) та восени (19,3–23,1 %) [37]. Слід відзначити, що бджолине обніжжя, яке заготовлено влітку, внаслідок великої кількості ботанічних видів пилку рослин у зборі, характеризується зростанням рівня стеаринової й ліноленої жирних кислот, а також загальним вмістом фітогормонів та фітонцидів, тобто володіє високими антиоксидантними властивостями [19].

Встановлено, що використання монофлорного обніжжя, зібраного з соняшнику звичайного (*Helianthus annuus* L.) наприкінці літнього періоду, блокує розвиток ракових клітин [1]. Також ряд вчених наголошують на тому, що пилкові зерна різних видів рослин різняться формою – округла, циліндрична, дзвоникоподібна, трикутна, щитоподібна, кольором – яскраво-жовтого до чорного та масою – десять або кілька десятків мікрограмів тощо [1, 17, 38].

На основі аналізу наявних наукових джерел слід зазначити, що концентрації жирних кислот, як ненасичених, так і насичених відрізняються за ботанічним походженням рослин. Так, зокрема, бджолине обніжжя з кабачків характеризується високим вмістом пальмітинової (C16:0), стеаринової (C18:0), олеїнової (C18:1), лінолевої (C18:2), ліноленої (C18:3), бегенової (C22:0), лігноцеринової (C24:0) кислот, тоді як у обніжжі, одержаному з люцерни та фініків, наявний високий вміст олеїнової кислоти [31].

Однак, враховуючи комплексний ботанічний та біохімічний склад бджолиного обніжжя, актуальним завданням сучасної науки залишається проведення розширених досліджень із з'ясування його впливу на формування та дозрівання повноцінного корму – перги. Потребують дослідження питання щодо її впливу на фізіологічні процеси в організмі бджіл, продуктивність та якість бджолиної продукції, а також ефективності дії на організм тварин і людини з урахуванням регіональних, кліматичних та екологічних чинників.

Метою роботи є науковий аналіз сучасних даних про склад і спектр використання бджолиного обніжжя, як медоносними бджолами, так і в медичній практиці та харчовій промисловості.

**Матеріали і методи.** Теоретично-методологічною основою проведеного аналізу слугували дані наукової літератури, періодичних видань, нормативних документів, системні й комплексні підходи щодо значення бджолиного обніжжя. Для опрацювання інформації використано такі методи: емпірико-теоретичні (збір, аналіз і синтез наукової інформації), теоретичні (визначення, опис, інтерпретація) й абстрактно-логічний (логічний підхід до формування висновків і пропозицій) тощо.

**Результати та обговорення.** Запорукою успішного ведення галузі тваринництва, до якої належить і бджільництво, окрім ефективної технології утримання і розведення, є повноцінна годівля та якість кормів. Однак галузь бджільництва порівняно з іншими має ряд особливостей, які стосуються забезпечення бджолиних сімей кормами, що є одним із найважливіших факторів, який впливає на життєдіяльність бджіл та їхню продукцію. Кормові ресурси для бджіл представлені нектаром і пилом рослин. Ці корми споживають бджоли, а також молоді нелютні бджоли та личинки на окремих стадіях голометаморфозу [2].

Важливість наявності обніжжя для нормального функціонування бджолиної сім'ї важко переоцінити, оскільки без повноцінного корму не може функціонувати будь-який організм. Окрім того, слід зазначити, що антропогенний вплив (постійний відбір пасічниками бджолиної продукції) є одним із важливих технологічних процесів підвищення ефективності роботи бджолиних сімей [17].

Аналіз літературних джерел свідчить, що життєдіяльність бджолиної сім'ї, особливо вирощування розплоду, льотно-збиральна продуктивність, запилення рослин тощо залежить від надходження у гніздо бджолиного обніжжя [10, 23–25]. Від наявності достатньої кількості заготовленого обніжжя залежить, як сила бджолиної сім'ї, так і її медова та воскова продуктивність [10, 11]. Бджоли за рахунок обніжжя задовольняють потребу розплоду у протеїні, ліпідах, вітамінах, амінокислотах, мікроелементах та інших біологічно активних речовинах [32, 37]. Отже, потенціал продуктивності бджолосімей безпосередньо залежить від рівня забезпечення їх обніжжям [16]. Середня бджолина сім'я збирає впродовж року від 15 до 55 кг обніжжя, використовуючи приблизно 20 кг цього унікального корму для вигодовування 150 тис. бджіл [13].

На основі проведеного аналізу наукової літератури встановлено, що бджолина сім'я за відсутності або недостатньої кількості протеїнового корму значно скорочує кількість розплоду та виділення воску, зменшує свою силу й медову продуктивність і запилення ентомофільних культур, а під час зимівлі відбувається значний відхід бджіл і загибель сімей, що обумовлює низьку ефективність їх життєдіяльності та продуктивності [10, 11, 25, 32, 33]. В умовах протеїнового голодування виховання розплоду припиняється, бджоли викидають личинок з комірок [11]. Зокрема, наведене вище підтверджується дослідженням Brodschneider R. et al., які стверджують, що нестача цього протеїнового корму негативно позначається на сезонному нарощуванні медоносних бджіл [23].

Важливим чинником, що впливає на збір медоносними бджолами протейного корму, є наявність матки у бджолосім'ї, оскільки за її відсутності значно сповільнюється, а згодом і повністю припиняється заготівля як обніжжя, так і його переробка, виділення воску й будівництво стільників, збір нектару тощо [11, 16, 28].

Аналіз даних наукової літератури свідчить, що метод відбору бджолиного обніжжя впливає на льотну активність та ріст бджолиних сімей. Так, зокрема, встановлено зменшення кількості запечатаного розплоду за постійного відбору бджолиного обніжжя, упродовж досліду – на 36 сотень комірок у сильній бджолиній сім'ї, на 18,5 – у середній сім'ї і на 60 комірок – у слабкій, тобто зменшується виживання розплоду бджолиними сім'ями, однак це не спричиняє їх значного ослаблення, окрім сімей зі зниженою життєздатністю. У бджолиних сім'ях, де пилковловлювачі використовували за схемою: три доби ввімкнені, три – вимкнені, збільшувалися показники льотної активності робочих бджіл та кількість запечатаного розплоду [10]. Спостерігаючи за відбором обніжжя пилковловлювачем, встановлено, що його кількість збільшувалася кожного дня, що може теоретично впливати на зростання кількості розплоду, якщо чергувати вмикання та вимикання пилковловлювача, що зумовлене збільшенням зайнятості медоносних бджіл збором квіткового пилку та кількістю запасів перги у вуликах [8]. Також виявлено, що відбір обніжжя впливає не лише на льотну активність бджіл, а й на фізіологічний стан личинок. Зокрема, встановлено позитивний вплив відбирання обніжжя на льотну активність бджіл, тобто найвищою вона є за умов почергового його відбирання [9]. У сім'ях з постійним відбиранням бджолиного обніжжя зменшується площа засіву, а в сім'ях, де відбір чергувався, навпаки, площі засівів збільшувалися [10]. Відбір мав незначний вплив для розвитку личинок на ранніх стадіях. Однак за зростання й досягнення 5-добового віку маса личинок у всіх досліджуваних сім'ях була однаковою. Вчені встановили наслідки незбалансованої дієти як один з основних факторів негативного впливу на фізіологічний стан бджіл, визначивши вміст C, N, S, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn і Cu в організмі різновікових медоносних бджіл, а також у нектарі та бджолиному обніжжі. Опрацювавши ряд наукової літератури щодо складу бджолиного обніжжя, виявили можливі подальші обмеження у фізіологічному розвитку бджіл, особливо щодо дефіциту Na, S, Cu, P і K, а також Zn та N в обніжжі. Отже, поліфлорність обніжжя є важливою передумовою для нормальної життєдіяльності медоносних сімей. Встановлено, якщо бджолиний пилкок бідний на Na, цей елемент слід доповнювати в раціоні бджіл [26].

На основі проведеного аналізу літературних джерел встановлено, що підгодівля бджіл глюкозо-фруктозним сиропом у весняний період обумовлює підвищення виробництва бджолиного обніжжя на 89,7 % із розрахунку 300 мл на добу впродовж трьох тижнів у період підтримуючого медозбору [11].

Науково обґрунтовано та практично підтверджено у виробничих умовах закономірності впливу протеїнових кормів на продукування воску і фізіолого-біохімічні показники у тканинах медоносних бджіл. Встановлено позитивний вплив підгодівлі бджіл борошном сої у поєднанні з обніжжям у весняно-літній період на збільшення продукування воску, як бджолами української степової, так і карпатської породи, відповідно на 0,22 та 0,19 кг [3, 4].

Доведено, що на тлі дефіциту обніжжя відбувається зменшення азоту в організмі бджіл, що супроводжується зниженням вмісту лізоциму, послаблюються функції воскових залоз та життєздатність особин. Дослідженнями встановлено, що за споживання бджолами одного лише меду вони не будують стільників, а у разі використання як корму бджолиного обніжжя протеїнові речовини використовуються на розвиток воскових залоз. Зокрема, кількість виділеного воску пропорційна надходженню у вулик бджолиного обніжжя. Тому співвідношення обніжжя/віск становить 1:0,57–1,2 за умови забезпечення бджіл якісними вуглеводними кормами [4]. Експериментально підтверджено, що восковидільні залози найбільш розвинені у бджіл, що одержували достатню кількість бджолиного обніжжя, на відміну від особин, що були обмежені у споживанні цього продукту [1, 40].

Аналіз літератури свідчить про позитивну дію на ріст і розвиток бджолиних маток згодовування бджолам разом з цукровим сиропом протеїнової підкормки з бджолиного обніжжя гречки, вміст протеїну в якій становив 22 % [40].

У дослідженнях D. Annoscia et al. встановлено, що бджолине обніжжя дає можливість компенсувати шкідливі наслідки паразитування кліщів, зокрема *Varroa destructor*, що пояснюється високим вмістом у складі цього продукту ліпідних сполук, які відіграють важливу роль у підтримці здоров'я заражених бджіл [29]. Водночас дослідженнями інших вчених встановлено, що поліфлорне бджолине обніжжя ефективно впливає на виживання бджіл, інфікованих паразитом *Nosema ceranae*, що корелювало з активністю фенолоксидази [32].

Літературні дані досліджень вказують на те, що бджолине обніжжя широко використовується не лише для життєдіяльності

бджіл, але і в годівлі тварин. Зокрема, встановлено, що згодовування різних доз бджолиного обніжжя курчатам-бройлерам сприяє зменшенню споживання корму та поліпшенню його конверсії, тим самим підвищуючи їх продуктивність та позитивно впливаючи на показники крові [30]. Вивчаючи вплив бджолиного обніжжя на біохімічні показники крові курчат-бройлерів, одержали дані про значне зниження рівня глюкози в крові, холестерину та кальцію, а також нижчі рівні тригліцеридів, проте вищий вміст натрію хлориду, фосфору та глобулінів у курчат-бройлерів порівняно з контролем, що поліпшує відгодівлю курей [39]. Також встановлено ефективну дію згодовування бджолиного обніжжя на швидкість фізіологічного розвитку кролів та їх продуктивність [27].

Завдяки наявності комплексу різних за хімічною природою біологічно активних речовин бджолине обніжжя є дуже цінним природним продуктом як для здорової, так і хворої людини [12].

Дослідженнями встановлено, що споживання 30 г обніжжя на добу забезпечує потребу організму в протеїні, незамінних амінокислотах, вітамінах та мікроелементах. Білкові сполуки обніжжя внаслідок неправильного зберігання псуються. Водночас на поверхні обніжжя спостерігається розвиток пліснявих грибів, що в подальшому унеможливує його використання. Свіжозібране обніжжя потрібно добре просувувати для подальшого зберігання. Можливе його змішування з свіжозібраним медом у темному прохолодному місці [6].

Слід відзначити наукові досягнення Буковинського державного медичного університету (БДМУ) з проведення досліджень лікувальних властивостей бджолиного обніжжя, які було розпочато у 1991 р. Внаслідок експериментів (на клітинному рівні) обґрунтовано разову терапевтичну дозу обніжжя, а також тривалість дії цієї дози (10–12 год), що слугувало підґрунтям для раціонального дозування – дворазового прийому бджолиного обніжжя впродовж доби [18].

Фундаментальними дослідженнями вітчизняних та закордонних вчених доведено, що бджолине обніжжя володіє різнобічною дією на організм: антиоксидантною, імуномодулюючою, антибактеріальною, протигрибковою, противірусною, протипухлинною, інгібіторною, антисклеротичною, антибіотичною та протизапальною [5, 7, 13, 35]. Ці властивості продукції бджільництва забезпечують широкий спектр використання її в медичній практиці з профілактичною та лікувальною метою.

Фізіологічна дія бджолиного обніжжя пояснюється його багатокomпонентним складом. Так, зокрема: наявність вітамінів – С, Е та каротиноїдів обумовлює антиоксидантну дію; ненасичені жирні

кислоти (лінолева, арахідонова та ін.), фосфоліпіди, флавоноїди, комплекс мінеральних речовин і вітамінів тощо – антисклеротичну дію; білкові компоненти – адаптогенну дію; незамінні амінокислоти – анаболічний ефект; структурні компоненти мембрани – ненасичені жирні кислоти і фосфоліпіди – мембраностабілізуючу дію; вітаміни А, В<sub>1</sub>, Е, фоліева кислота, які збільшують синтез нуклеїнових кислот, – стимуляцію регенерації; вміст мікроелементів Феруму, Кобальту, Купруму – стимуляцію еритро- і лейкопоезу; рутин та кварцетин поліпшують еластичність кров'яних капілярів та їх проникність; флавоноїди та особливо – антибіотичний фактор у секреті слинних залоз бджіл – антимікробну дію; флавоноїди також чинять помірну антигістамінну, антиоксидантну та детоксикуючу дії. Згідно з низкою досліджень встановлено ефективну дію бджолиного обніжжя на зниження кров'яного тиску, рівня холестерину і тригліцеридів у крові та забезпечення нормалізації кількості ліпідів у крові, пригнічення росту мікроорганізмів грамнегативної групи [5, 7, 12, 13]. Користь цієї протеїнової добавки просто неоціненна за фізичного виснаження організму, для відновлення після затяжних серйозних хвороб та анемії.

Експериментально доведено, що вживання бджолиного обніжжя хворими на синдром короткої кишки і постгастроктомічний синдром із недостатністю маси тіла легкого й середнього ступеня поліпшує статус харчування й показники протеїнового обміну, позитивно впливає на метаболічну активність мікрофлори товстої кишки. Бджолине обніжжя є ефективним і в корекції метаболічного синдрому, забезпечуючи комплексну дію – корекцію дисліпідемії, ожиріння, порушень вуглеводного обміну, артеріальної гіпертензії [7].

Доведено ефективний вплив обніжжя на швидке загоєння ран [21], захист організму від негативного впливу вільних радикалів, що виникають унаслідок променевих реакцій, для лікування злоякісних пухлин у ротовій порожнині після опромінення [12]. Вчені наводять позитивний ефект застосування поєднання обніжжя з іншими продуктами бджільництва на різні форми хвороб бронхо-легеневої системи [5].

Також отримано позитивні результати застосування обніжжя в поєднанні з медом для лікування гіпертонічної хвороби, захворювань нервової та ендокринної систем і дані про сприятливий ефект при нервових розладах: головні болі й збудливість зникають, поліпшуються сон, пам'ять, психічний стан пацієнта. З успіхом застосовують обніжжя в дитячій клініці для лікування колібацильозу, хронічних закрепів, діареї. Автори висловлюються за введення в

комплекс терапії застосування бджолиного обніжжя для широкомасштабного лікування атеросклерозу [12].

У світі відомо про велику кількість препаратів і лікарських форм, у яких використовують продукцію бджільництва, а зокрема бджолине обніжжя, яке за своєю економічністю, доступністю та вмістом біологічно активних компонентів викликає значний практичний інтерес як натуральне сировинне джерело [6, 36]. Тільки в Харківському фармацевтичному університеті нараховують близько 50 ліків [7]. Одним з продуктів, який має широкий спектр лікувальних та профілактичних властивостей, є біологічно активний комплекс “Апітонік” – продукт переробки бджолиного обніжжя за спеціальною технологією, яка дозволяє зберегти біологічну активність та ефективність дії усіх корисних речовин, що знаходяться в ньому. Це достатньо ефективний засіб, який може застосовуватися для профілактики та комплексного лікування тубінфікованих та хворих на туберкульоз. Експериментально доведено, що застосування препарату “Апітонік” дозволяє зменшити витрати на патогенетичне лікування кожного хворого на 40–50 % [1, 7].

Отже, бджолине обніжжя за рахунок широкого спектру дії використовують не тільки як кормову добавку в тваринництві, але і в медичній практиці.

### **Висновки**

1. Опрацювавши низку сучасних літературних джерел та виходячи з власних напрацювань, наукові дослідження щодо використання бджолиного обніжжя бажано спрямувати на поліпшення його біохімічного складу та екологічної чистоти.

2. Оскільки на теперішній час використання бджолиного обніжжя у галузі гуманної та ветеринарної медицини є обмеженим, пропонуємо значно розширити його використання у цих напрямках.

### **Список використаної літератури**

1. Адамчук Л. Класифікаційні ознаки бджолиного обніжжя. *Тваринництво України*. 2013. № 5. С. 16–21.
2. Боярчук С. В. Оптимізація забезпечення кормами бджолиних сімей. *Науковий вісник НУБіП України*. 2015. Вип. 223. С. 57–64.
3. Бугера С. І., Литвиненко О. М., Міщенко О. А. Підгодівля бджіл та її вплив на продукування воску. *Бджільництво України*. 2018. Вип. 3. С. 22–28.
4. Вплив структури гнізда і віку

### **References**

1. Adamchuk L. Classification features of bee pollen. *Tvarynystvo Ukrainy*. 2013. No 5. P. 16–21.
2. Boiarchuk S. V. Optimization of food providing to the bee colonies. *Naukovi visnyk NUBiP Ukrainy*. 2015. Issue 223. P. 57–64.
3. Buhera S. I., Lytvynenko O. M., Mishchenko O. A. Feeding of bees and its influence on the wax production. *Bdzhilnytstvo Ukrainy*. 2018. Issue 3. P. 22–28.
4. Influence of nest structure and

- бджолої матки на заготовлю бджолами білкового корму / О. А. Міщенко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10 (811). С. 27–32. DOI: 10.31073/agrovisnyk202010-04.
5. Гуцол Г. В. Якість бджолиного обніжжя (пилку), виробленого бджолами в умовах забруднення медоносних угідь радіонуклідами. *Аграрна наука*. 2019. Вип. 3 (106). С. 128–134.
6. Дейнека С. Пилок як джерело білків та вітамінів. *Український пасічник*. 1997. № 8. С. 30–31.
7. Калініна І. Г., Долгая М. М. Бджолине обніжжя як маркерний показник екологічного стану довкілля. *Біологія та валеологія*. 2015. Вип. 17. С. 123–128.
8. Клим О. Я. Вміст жирних кислот і важких металів в пилку з кульбаби лікарської у різних природно-екологічних зонах Карпатського регіону. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок і ІБТ*. 2017. Вип. 18. № 1. С. 55–65.
9. Клим О. Я. Концентрація жирних кислот і важких металів в пилку з яблуні в різних природних зонах Карпатського регіону. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 61. С. 145–159.
10. Міщенко О. А. Вплив відбору бджолиного обніжжя на розвиток і льотну діяльність бджолиних сімей. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2015. Вип. 223. С. 143–149.
11. Недашківський В. М., Разанов С. Ф. Вплив весняного поповнення кормових запасів бджолиних сімей на виробництво ними квіткового пилку, перги та гомогенату трутневих личинок. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 157–162.
12. Новгородська Н. В. Молочні продукти на основі продуктів бджільництва. *Danish Scientific Journal*. 2020. № 33. С. 41–48.
13. Проблеми стандартизації бджолиного обніжжя та перги як біологічно активних компонентів / Н. І. Гудзь та ін. *Науковий вісник НУБіП України*. 2015. Вип. 223. С. 96–103.
14. П'ясківський В. М., Вербельчук С. age of the bee queen on provision of protein feed by bees / O. A. Mishchenko et al. *Visnyk ahrramoï nauky*. 2020. No 10 (811). P. 27–32. DOI: 10.31073/agrovisnyk202010-04.
5. Hutsol H. V. The quality of bee pollen produced by bees in conditions of contamination of honey-bearing lands with radionuclides. *Ahrarna nauka*. 2019. Issue 3 (106). P. 128–134.
6. Deineka S. Pollen as a source of proteins and vitamins. *Ukrainskyi pasichnyk*. 1997. No 8. P. 30–31.
7. Kalinina I. H., Dolhaia M. M. Bee pollen as a marker indicator of ecological environment. *Biolohiia ta valeolohiia*. 2015. Issue 17. P. 123–128.
8. Klym O. Ya. The content of fatty acids and heavy metals in dandelion pollen in different natural and ecological zones of the Carpathian region. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn DNDKI veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i IBT*. 2017. Issue 18. No 1. P. 55–65.
9. Klym O. Ya. Concentration of fatty acids and heavy metals in apple pollen in different natural zones of the Carpathian region. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2017. Issue 61. P. 145–159.
10. Mishchenko O. A. Impact of bee pollen selection on development and flight activity of bee colonies. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya «Tekhnolohiia vyrobnystva i pererobky produktsii tvarynnytstva»*. 2015. Issue 223. P. 143–149.
11. Nedashkivskyi V. M., Razanov S. F. The effect of spring replenishment of food stocks of bee families on their production of flower pollen, ambrosia and homogenate of drone larvae. *Visnyk PDAA*. 2020. No 4. P. 157–162.
12. Novhorodska N. V. Dairy products based on apiculture products. *Danish Scientific Journal*. 2020. No 33. P. 41–48.
13. Problems of standardization of bee pollen and ambrosia as biologically active components / N. I. Hudz et al. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*. 2015. Issue 223. P. 96–103.
14. Piaskivskyi V. M.,

- П., Вербельчук Т. В. Аналіз технологій виробництва перги. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. Вип. 26 (1). С. 136–149.
15. Разанов С. Ф., Швець В. В. Концентрація важких металів у квітковому пилку за вапнування кислих ґрунтів. Міжнар. наук.-практ. конф. «*Регіональні геоєкологічні проблеми: сучасний стан та шляхи їх вирішення*» (м. Рівне, 20–22 жовт. 2016). Рівне, 2016. С. 104–106.
16. Сич І. В., Лосєв О. М., Головецький І. І. Особливості виробництва бджолиного обніжжя в умовах Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2015. Вип. 223. С. 184–189.
17. Сташенко В. І. Видові особливості хімічного складу бджолиного обніжжя. *Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії: Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2005. № 12 (37), Ч. 2. С. 64–71.
18. Шаповалов В. П. Вплив препарату “Апітонік” на протеолітичний потенціал і процеси внутрішньосудинної гемокоагуляції у хворих на деструктивний туберкульоз легень. *Укр. мед. альманах*. 2003. Т. 6, № 1. С. 155–158.
19. AL-Kahtani S. N. Fatty Acids and B Vitamins Contents in Honey Bee Collected Pollen in Relation to Botanical Origin. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*. 2017. Vol. 18 (2). P. 41–48.
20. Annual Development Performance of Fixed Honeybee Colonies Linked with Chemical and Mineral Profile of Bee Collected Pollen / E. Topal et al. *Chemistry & Biodiversity*. 2022. Vol. 19 (8). e202200468. DOI: 10.1002/cbdv.20220046.
21. Bee pollen as a promising agent in the burn wounds treatment / P. Olczyk et al. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2016. P. 1–12. DOI: 10.1155/2016/8473937.
22. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application / K. Komosinska-Vassev et al. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2015. Vol. 20. P. 1–6. DOI: 10.1155/2015/297425.
- Verbelchuk S. P., Verbelchuk T. V. Analysis of ambrosia production technologies. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. 2017. Issue 26 (1). P. 136–149.
15. Razanov S. F., Shvets V. V. Concentration of heavy metals in flower pollen during liming of acidic soils. Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «*Rehionalni heoekolohichi problemy: suchasnyi stan ta shliakhy yikh vyrishennia*» (m. Rivne, 20–22 zhovt. 2016). Rivne, 2016. P. 104–106.
16. Sych I. V., Losiev O. M., Holovetskyi I. I. Peculiarities of bee pollen production in the conditions of the Ukrainian Forest-Steppe. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva»*. 2015. Issue 223. P. 184–189.
17. Stashenko V. I. Specific features of the chemical composition of bee pollen. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii: Problemy zoonzhenerii ta veterinarynoi medytsyny*. 2005. No 12 (37), P. 2. P. 64–71.
18. Shapovalov V. P. The effect of the drug “Apitonic” on the proteolytic potential and processes of intravascular hemocoagulation in patients with destructive pulmonary tuberculosis. *Ukr. med. almanakh*. 2003. Vol. 6, No 1. P. 155–158.
19. AL-Kahtani S. N. Fatty Acids and B Vitamins Contents in Honey Bee Collected Pollen in Relation to Botanical Origin. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*. 2017. Vol. 18 (2). P. 41–48.
20. Annual Development Performance of Fixed Honeybee Colonies Linked with Chemical and Mineral Profile of Bee Collected Pollen / E. Topal et al. *Chemistry & Biodiversity*. 2022. Vol. 19 (8). e202200468. DOI: 10.1002/cbdv.20220046.
21. Bee pollen as a promising agent in the burn wounds treatment / P. Olczyk et al. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2016. P. 1–12. DOI: 10.1155/2016/8473937.

23. Brodschneider R., Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2010. Vol. 41 (3). P. 278–294. DOI: 10.1051/apido/2010012.
24. Brood-Rearing Enhancing Potential of Manually Packed Pollen Feeding in Comparison with Pollen and Pollen Supplements in Patty Forms / N. Adgaba et al. *Journal of Apicultural Science*. 2020. Vol. 64 (2). P. 189–198. DOI: 10.2478/ JAS-2020-0023.
25. Campana B. J., Moeller F. E. J. Honey bees: Preference for nutritive value of pollen from five plant sources. *Journal of Economic Entomology*. 1977. Vol. 70 (1). P. 39–41. DOI: 10.1093/jee/70.1.39.
26. Ecological stoichiometry of the honeybee: Pollen diversity and adequate species composition are needed to mitigate limitations imposed on the growth and development of bees by pollen quality / M. Filipiak et al. *PLoS One*. 2017. Vol. 12 (8). e0183236. DOI: 10.1371/journal.pone.0183236.
27. Effect of bee pollen levels on productive, reproductive and blood traits of NZW rabbits / Y. A. Attia et al. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2011. Vol. 95 (3). P. 294–303.
28. Effects of honey bee (*Apis mellifera* L.) queen insemination volume on worker behavior and physiology / E. L. Nino et al. *Journal of Insect Physiology*. 2012. Vol. 58, Issue 8. P. 1082–1089. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2012.04.015.
29. Elucidating the mechanisms underlying the beneficial health effects of dietary pollen on honey bees (*Apis mellifera*) infested by Varroa mite ectoparasites / D. Annoscia et al. *Scientific reports*. 2017. Vol. 7 (1). P. 1–13.
30. Farag S. A., El-Rayes T. K. Effect of Bee-pollen Supplementation on Performance, Carcass Traits and Blood Parameters of Broiler Chickens. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2016. Vol. 11, Issue 3. P. 168–177. DOI: 10.3923/ajava.2016.168.177.
31. Fatty acid composition of vegetable marrows and zucchini leaves / O. O. Iosyphenko et al. *Pharmacia*. 2019. Vol. 66, Issue 4. P. 201–207. DOI: 10.1051/apido/2010012.
22. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application / K. Kosmosinska-Vashev et al. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2015. Vol. 20. P. 1–6. DOI: 10.1155/2015/297425.
23. Brodschneider R., Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2010. Vol. 41 (3). P. 278–294. DOI: 10.1051/apido/2010012.
24. Brood-Rearing Enhancing Potential of Manually Packed Pollen Feeding in Comparison with Pollen and Pollen Supplements in Patty Forms / N. Adgaba et al. *Journal of Apicultural Science*. 2020. Vol. 64 (2). P. 189–198. DOI: 10.2478/ JAS-2020-0023.
25. Campana B. J., Moeller F. E. J. Honey bees: Preference for nutritive value of pollen from five plant sources. *Journal of Economic Entomology*. 1977. Vol. 70 (1). P. 39–41. DOI: 10.1093/jee/70.1.39.
26. Ecological stoichiometry of the honeybee: Pollen diversity and adequate species composition are needed to mitigate limitations imposed on the growth and development of bees by pollen quality / M. Filipiak et al. *PLoS One*. 2017. Vol. 12 (8). e0183236. DOI: 10.1371/journal.pone.0183236.
27. Effect of bee pollen levels on productive, reproductive and blood traits of NZW rabbits / Y. A. Attia et al. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2011. Vol. 95 (3). P. 294–303.
28. Effects of honey bee (*Apis mellifera* L.) queen insemination volume on worker behavior and physiology / E. L. Nino et al. *Journal of Insect Physiology*. 2012. Vol. 58, Issue 8. P. 1082–1089. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2012.04.015.
29. Elucidating the mechanisms underlying the beneficial health effects of dietary pollen on honey bees (*Apis mellifera*) infested by Varroa mite ectoparasites / D. Annoscia et al. *Scientific reports*. 2017. Vol. 7 (1). P. 1–13.
30. Farag S. A., El-Rayes T. K. Effect of Bee-pollen Supplementation on Performance, Carcass Traits and Blood Parameters of Broiler Chickens. *Asian Journal of Animal and Veterinary*

- 10.3897/pharmacia.66.e37893.
32. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter / D. Pasquale et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8 (8). e72016. DOI: 10.1371/journal.pone.0072016.
33. Keller I., Fluri P., Imdorf A. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 1. *Bee world*. 2005. Vol. 86 (1). P. 3–10.
34. Kisil D., Fotina T. Definition of efficiency therapeutic and preventive measures against infectious diseases of bees when installing in a nest of bees frames contaminated with american foul brood pathogen (*Bacillus larvae*). *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series «Veterinary Medicine»*. 2020. Vol. 1 (48). P. 32–36.
35. Nesrin E. B. Vitamin, mineral, polyphenol, amino acid profile of bee pollen from *Rhododendron ponticum* (source of “mad honey”): nutritional and palynological approach. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2021. Vol. 15 (3). P. 2659–2666.
36. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review / M. Kieliszek et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2018. Vol. 71. P. 170–180. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.10.021.
37. Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees / V. Liolios et al. *Journal of Apicultural Research*. 2016. Vol. 54. P. 1–11. DOI: 10.1080/00218839.2016.1173353.
38. Sivaram P. Pollen morphology of selected bee forage plants. *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology*. 2013. Vol. 2 (01). P. 82–90.
39. The effects of propolis and bee pollen supplementation on biochemical blood parameters of broilers / I. Klaric et al. *Acta Veterinaria*. 2018. Vol. 68 (2). P. 190–200. DOI: 10.2478/acve-2018-0017.
40. The influence of feed quality on the development and productivity of bee queens / B. Guttyj et al. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series «Agricultural sciences»*. 2021. Vol. 23 (95). P. 71–75.
- Advances*. 2016. Vol. 11, Issue 3. P. 168–177. DOI: 10.3923/ajava.2016.168.177.
31. Fatty acid composition of vegetable marrows and zucchini leaves / O. O. Iosypenko et al. *Pharmacia*. 2019. Vol. 66, Issue 4. P. 201–207. DOI: 10.3897/pharmacia.66.e37893.
32. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter / D. Pasquale et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8 (8). e72016. DOI: 10.1371/journal.pone.0072016.
33. Keller I., Fluri P., Imdorf A. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 1. *Bee world*. 2005. Vol. 86 (1). P. 3–10.
34. Kisil D., Fotina T. Definition of efficiency therapeutic and preventive measures against infectious diseases of bees when installing in a nest of bees frames contaminated with american foul brood pathogen (*Bacillus larvae*). *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series «Veterinary Medicine»*. 2020. Vol. 1 (48). P. 32–36.
35. Nesrin E. B. Vitamin, mineral, polyphenol, amino acid profile of bee pollen from *Rhododendron ponticum* (source of “mad honey”): nutritional and palynological approach. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2021. Vol. 15 (3). P. 2659–2666.
36. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review / M. Kieliszek et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2018. Vol. 71. P. 170–180. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.10.021.
37. Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees / V. Liolios et al. *Journal of Apicultural Research*. 2016. Vol. 54. P. 1–11. DOI: 10.1080/00218839.2016.1173353.
38. Sivaram P. Pollen morphology of selected bee forage plants. *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology*. 2013. Vol. 2 (01). P. 82–90.
39. The effects of propolis and bee pollen supplementation on biochemical blood parameters of broilers / I. Klaric et al. *Acta Veterinaria*. 2018. Vol. 68 (2). P. 190–200. DOI: 10.2478/acve-2018-0017.

40. The influence of feed quality on the development and productivity of bee queens / B. Gutyj et al. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: «Agricultural sciences»*. 2021. Vol. 23 (95). P. 71–75.

Отримано 30 листопада 2022 р.  
Погоджено до друку 2 січня 2023 р.

## **ВІДГОДІВЕЛЬНІ ТА М'ЯСНІ ЯКОСТІ ОБРОШИНСЬКИХ СІРИХ ГУСЕЙ ПРИ СХРЕЩУВАННІ З ВЕЛИКОЮ СІРОЮ ПОРОДОЮ**

Наведено дані досліджень у напрямі поліпшення відгодівельних та м'ясних якостей оброшинських сірих гусей при чистопородному розведенні. Протягом експерименту досліджували ріст живої маси, екстер'єр (проміри обхвату грудей, довжини тулуба, кіля, гомілки та плесна) на різних стадіях онтогенезу, забійні показники і якість м'яса.

Встановлено, що перші два місяці постембріонального розвитку характеризувалися найвищою інтенсивністю росту гусенят. У віці 4 тижні жива маса самців II групи була вищою на 4,0 %, а самок – на 2,5 % щодо I групи, у 9 тижнів – відповідно самці на 3,2 %, а самки – на 2,6 % переважали аналогів I групи. Щодо показників екстер'єру, то слід відзначити, що у 9-тижневому віці перевага самців II групи за обхватом грудей становила 1,5 %, за довжиною тулуба – 2,4 %, довжиною кіля – 6,2 %, гомілки – 7,5 % та плюсна – 6,6 %. У цей же період досліджувані показники у самок II групи були відповідно вищими на 2,4; 2,6; 0,7; 4,1 і 1,1 % ніж у самок I групи. Самці обох груп у всі вікові періоди мали вірогідно вищі показники екстер'єру ніж самки.

Досліджено, що кращою м'ясною продуктивністю у 9-тижневому віці характеризувалися гуси II дослідної групи, маса м'язів яких становила у самців 1516 і самок – 1295 г і на 5,8 і 3,7 % перевищувала гусей I групи. При вивченні взаємозв'язку між забійними якістьями й масою м'язів, жиру і костей в тушах гусей встановлено, що вміст м'язів у тушах птиці в найбільшому ступені корелює з масою туші, грудних м'язів, грудини й обхватом грудної клітки. Відсотковий вміст кісток у туші залежить від маси гуски, довжини плеча, передпліччя і гомілки. Проведений хімічний аналіз м'яса свідчить про те, що інтенсивніше нагромадження сухої речовини у грудних м'язах до 9-тижневого віку відбувається у гусей II групи. Аналогічну картину спостерігали й у стегнових м'язах. У цьому віці у грудних м'язах самців II групи вміст сухої речовини становив 35,6 %, у самок – 34,3 % сиріої маси, що відповідно більше на 1,8 та 1,0 % щодо I групи. Нагромадження протеїну в досліджуваних м'язах гусей як основного показника якості м'яса було на рівні 19,8 та 19,3 %, що на 1,5 і 1,3 % вище ніж у самців і самок I групи.

**Ключові слова:** гуси, оброшинська порода, жива маса,

© Петрів М. Д., Ференц Л. В.,  
Федак Н. М., 2023

**Mykhailo Petriv, Liubov Ferents, Nataliia Fedak**

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS

**Fattening and meat quality of obroshyn gray geese when crossed with a large gray breed**

The article presents the data of research conducted to improve the fattening and meat qualities of obroshyn gray geese in purebred breeding. During the experiment, the growth of live weight, the exterior (measurements of breast girth, length of the body, keel, lower legs, and metatarsals) at different stages of ontogenesis, slaughter indicators and meat quality were studied.

It was established that the first two months of post-embryonic development were characterized by the highest growth intensity of goslings. At the age of 4 weeks, the live weight of males of the II group was higher by 4.0 % and females by 2.5 % compared to the I group. At 9 weeks, respectively, the live weight of males of the II group was higher by 3.2 % and females by 2.6 % prevailed their peers from group I. As for exterior indicators, it should be noted that at 9 weeks of age, the superiority of II group males in chest girth was 1.5 %, trunk length – 2.4 %, keel length – 6.2 %, lower legs – 7.5 %, and metatarsus – 6.6 %. In the same period, the investigated indicators in females of the II group were, respectively higher by 2.4; 2.6; 0.7; 4.1 and 1.1 % than in females of the first group. Males of both groups in all age periods had significantly higher exterior indicators than females.

It was investigated that the best meat productivity at the age of 9 weeks was characterized by the geese of the II research group, the muscle mass of which was 1516 g in males and 1295 g in females and was 5.8 and 3.7 % higher than in the geese of the I group. When studying the relationship between slaughter qualities and the mass of muscles, fat, and bones in goose carcasses, it was found that the muscle content in poultry carcasses is most correlated with the mass of the carcass, pectoral muscles, sternum, and chest girth. The appropriate content of bones in the carcass depends on the weight of the goose, and the length of the shoulder, forearm and leg. Conducted chemical analysis of meat, testifies the fact that a more intense accumulation of dry matter in the pectoral muscles occurs in geese of the II group up to 9 weeks of age. A similar pattern is observed in the thigh muscles. At this age, the content of dry matter in the pectoral muscles of males of the II group was 35.6 %, in females – 34.3 % of the raw mass, which is 1.8 and 1.0 % more, respectively, than in the I group. Accumulation of protein in the studied muscles of geese, as the main indicator of meat quality, was between 19.8 and 19.3 %, which is 1.5 and 1.3 % higher than in males and females of group I.

**Keywords:** geese, obroshyn breed group, live weight, productivity, growth, development, poultry.

**Вступ.** Успішний розвиток птахівництва, зокрема водоплавної птиці, збільшення виробництва продукції та підвищення ефективності цієї галузі неможливе без удосконалення й створення нових порід, ліній, типів, кросів гусей, які здатні проявити максимальну

продуктивність за найменших затрат кормів на одиницю продукції [2, 3, 6]. Однак удосконалення генеалогічних формувань у гусівництві ускладнюється недостатнім вивченням закономірностей динаміки ростових процесів та їх мінливості під час вирощування птиці [14, 15, 25].

Гусівництво як перспективна галузь птахівництва у виробництві м'яса птиці має першочергове значення, а універсальна продуктивність, невибагливість до умов утримання, здатність споживати об'ємисті корми з високим рівнем клітковини – якості, що підтверджують доцільність розведення гусей [1, 8, 9]. Гуси відрізняються високою скоростиглістю та інтенсивністю росту, дієтними якостями м'яса [4, 15]. Їхні перо і пух – цінна сировина для промисловості [20]. Жива маса одного гусеняти з добового до 60–65-добового віку збільшується приблизно в 40 разів і досягає в середньому 4 кг за витрат на 1 кг приросту 2,5–3,0 кг концентратів і 1,1–1,3 кг трав'яного борошна або 5–7 кг зеленої маси [11, 27].

Розвитку гусівництва сприяють і кліматичні умови України. Багаті пасовища, повноводні водойми й сприятливий клімат задовольняють фізіологічні потреби гусей, формуючи в них високу резистентність, ріст і розвиток [22, 28].

Зростання продуктивності птиці на 35–40 % визначається досягненнями у галузі генетики, селекції та племінної справи [24, 31, 32]. Створення нових порід високопродуктивної птиці неможливе без використання генетичної розмаїтості, властивої різним породам [12, 18, 26]. Інтенсивна селекція за основними продуктивними показниками обов'язково призводить до ослаблення ознак, які характеризують фізіологічний стан птиці, її життєздатність [34, 40]. У процесі спеціалізованої селекції посилюються депресивні явища [29]. Отже, слід зберігати резерв спадкової мінливості – генофонд, з якого можна періодично брати генетичний матеріал, який втрачається в процесі інтенсивної селекції у спеціалізованих порід [30, 36, 37]. Вивчення специфіки відтворення порід у комплексі з ознаками продуктивності дозволить простежити процеси, які призводять до депресії ознак, і вдосконалити прийоми відтворення та збереження генофонду водоплавної птиці [33, 35, 39].

У теперішній час є велика потреба в породах, добре пристосованих до місцевих умов утримання, з високою інтенсивністю росту та добрими відгодівельними якостями [38]. Породна група оброшинських сірих гусей, виведена в інституті методом схрещування місцевих білих, китайських сірих та великих сірих гусей, завдяки

отриманим цінним властивостям поєднує в собі ознаки всіх цих порід та користується великою популярністю [5, 7, 17].

Метою нашої розробки є дослідження відгодівельних та м'ясних якостей при чистопородному розведенні для збереження генофондного стада оброшинської сірої породної групи гусей.

**Матеріали й методи.** Дослідження проведено на гусях оброшинської селекції з сірим оперенням в умовах Державного підприємства дослідного господарства «Миклашів» Львівського району Львівської області.

Для проведення досліджень було сформовано дві групи гусей (самці та самки), по 50 голів у кожній:

I група – самці та самки лінії ОС-2 – чистопородні гуси оброшинської породної групи;

II група – самці та самки лінії ОС-4 – гуси IV покоління, одержані методом прилиття крові великої сірої породи.

Схему досліду наведено в таблиці 1.

### 1. Схема досліду

♂ ♀	Групи гусей	
	ОС-2♂	ОС-4♂
ОС-2♀	X	
ОС-4♀		X

Примітка. ОС – оброшинська сіра.

Піддослідний молодняк, починаючи з однодобового віку, знаходився в однакових умовах догляду, утримання та годівлі. Годівлю гусенят до 3-тижневого віку здійснювали спецкомбікормом, а надалі – за раціонами, які забезпечували основні елементи живлення птиці згідно з чинними нормами [19, 21].

Матеріалом для досліджень слугували показники росту і будови тіла гусей, м'ясні якості.

Контроль за ростом та розвитком молодняку здійснювали до 21-тижневого віку. Живу масу гусей обох статей визначали шляхом зважування у добовому, 4, 9, 12 і 21-тижневому віці на вагах SF-400.

Екстер'єр молодняку гусей у наведені вище вікові періоди досліджували за промірами обхвату грудей, довжини тулуба, кіля, гомілки та плесна. За співвідношенням відповідних промірів вираховували індекси будови тіла птиці за загальноприйнятими методиками [5, 16].

У 9-тижневому віці проводили забій по 3 гуски і 3 гусаки з кожної групи для вивчення м'ясних якостей птиці, хімічного аналізу

м'яса [13]. Хімічний склад, вміст загального, білкового та небілкового азоту в грудних і стегнових м'язах визначали за допомогою методу К'ельдаля.

Біометричну обробку отриманих експериментальних даних проводили методом варіаційної статистики, враховуючи критерій Стьюдента [10]. Для оцінки достовірності отриманих результатів – середніх арифметичних величин ( $M$ ), похибки ( $\pm m$ ) та вірогідності різниць між досліджуваними величинами ( $P$ ) – використовували стандартну комп'ютерну математично-статистичну програму Microsoft Excel. Зміни вважали вірогідними за  $P < 0,05$ .

**Результати та обговорення.** Обсяг виробництва продукції і ефективність галузі птахівництва значною мірою визначається рівнем росту і розвитку гусей на різних стадіях онтогенезу і є одним з найбільш інформативних показників племінних і продуктивних якостей птиці.

Важливими показниками розвитку молодняка є жива маса та швидкість росту (табл. 2).

## 2. Динаміка живої маси гусей ( $M \pm m$ ), кг

Група	Вік гусей				
	1 доба	4 тижні	9 тижнів	12 тижнів	21 тиждень
Самці					
I	0,104±0,05	1,760±0,29	4,294±0,40	5,389±0,15	5,656±0,25
II	0,106±0,07	1,830±0,35	4,432±0,53	5,471±0,20	5,829±0,35
Самки					
I	0,100±0,03	1,610±0,15	3,743±0,20	4,914±0,13	4,975±0,23
II	0,101±0,06	1,650±0,17	3,842±0,13	4,981±0,15	5,628±0,30

В однодобовому віці всі гусенята мали порівняно однакову живу масу, яка у самців I групи становила 104,0 г, у самок – 100,0 г; у II групі – відповідно 106,0 і 101,0 г, однак вже в цьому віці проявилися ознаки статевого диморфізму.

У 4-тижневому віці відзначено вищу на 4,0 % живу масу самців і на 2,5 % самок II групи. У 9 тижнів зберігалася така ж тенденція – самці II групи на 3,2 % переважали самців I групи, а самки II групи на 2,6 % переважали самок I групи.

У подальшому швидкість росту гусей мала хвилеподібний характер. Найбільш інтенсивний ріст спостерігали в перші два місяці постембріонального розвитку, надалі цей показник знижувався до мінімальних величин у період статевої зрілості.

Для більш повної характеристики процесів росту і розвитку гусей в різні вікові періоди проведено виміри статей їх тіла – обхвату грудей, довжини тулуба, кіля і плюсна. У всі вікові періоди за означеними показниками гусенята II групи переважали своїх ровесників (табл. 3).

### 3. Проміри основних статей тіла ( $M \pm m$ ), см

Група	Стать	Обхват грудей	Довжина			
			тулуба	кіля	гомілки	плюсна
1 доба						
I	самці	11,9±0,12	11,3±0,16	2,5±0,14	5,0±0,20	3,8±0,11
	самки	0,3±0,17	10,6±0,14	2,3±0,15	4,6±0,09	3,7±0,15
II	самці	12,1±0,46	12,0±0,20	2,6±0,10	5,2±0,12	3,9±0,20
	самки	10,5±0,42	11,0±0,10	2,4±0,20	4,9±0,13	3,8±0,13
4 тижні						
I	самці	28,3±0,19	29,6±0,13	10,2±0,19	13,8±0,13	8,8±0,10
	самки	28,0±0,18	28,0±0,15	8,3±0,11	11,8±0,18	7,6±0,11
II	самці	28,8±0,11	29,9±0,10	10,4±0,15	14,4±0,50	9,2±0,12
	самки	28,3±0,20	28,2±0,18	9,0±0,19	13,0±0,17	8,4±0,11
9 тижнів						
I	самці	39,3±0,22	33,6±0,14	12,8±0,17	18,5±0,40	10,6±0,24
	самки	37,3±0,13	31,2±0,13	12,9±0,09	17,2±0,20	9,3±0,30
II	самці	39,9±0,21	34,4±0,08	13,6±0,11	19,9±0,15	11,3±0,15
	самки	38,2±0,19	32,0±0,10	13,0±0,10	17,9±0,18	9,4±0,19
12 тижнів						
I	самці	52,7±0,11	42,1±0,20	18,4±0,12	14,9±0,10	9,2±0,08
	самки	53,2±0,12	42,8±0,25	18,9±0,14	16,1±0,21	10,2±0,17
II	самці	53,8±0,13	42,5±0,14	18,9±0,11	15,8±0,19	10,9±0,35
	самки	54,6±0,22	43,4±0,50	19,3±0,09	16,5±0,17	11,2±0,10

У самців I групи в першу добу обхват грудей становив 11,9 см, у самок – 10,3 см; довжина тулуба у самців – 11,3 см, у самок – 10,6 см; довжина кіля у самців – 2,5 см, у самок – 2,3 см; довжина гомілки у самців – 5,0 см, у самок – 4,6 см; довжина плюсна у самців – 3,8 см, а у самок – 3,7 см. У той же період самці II групи мали обхват грудей 12,1 см, самки – 10,5 см; довжина тулуба у самців становила 12,0 см, а у самок – 11,0 см; довжина кіля у самців – 2,6 см, у самок – 2,4 см; довжина гомілки у самців – 5,2 см, у самок – 4,9 см; довжина плюсна у самців – 3,9 см, а у самок – 3,8 см. Достовірної різниці між групами не відзначено.

У 4-тижневому віці обхват грудей у самців I групи становив 28,3 см, у самок – 28,0 см; довжина тулуба у самців – 29,6 см, у самок – 28,0 см; довжина кіля у самців – 10,2 см, у самок – 8,3 см; довжина гомілки у самців – 13,8 см, у самок – 11,8 см; довжина плюсна у самців – 8,8 см, а у самок – 7,6 см. Самці II групи у 4-тижневому віці мали обхват грудей 28,8 см, самки – 28,3 см; довжина тулуба у самців становила 29,9 см, у самок – 28,2 см; довжина кіля у самців – 10,4 см, у самок – 9,0 см; довжина гомілки у самців – 14,4 см, у самок – 13,0 см; довжина плюсна у самців – 9,2 см, а у самок – 8,4 см.

У 9-тижневому віці самці II групи переважали своїх ровесників з I групи за обхватом грудей на 1,5 %, за довжиною тулуба – на 2,4 %, за довжиною кіля – на 6,2 %, гомілки – на 7,5 % та плюсна – на 6,6 %. Самці обох груп у всі вікові періоди мали достовірно вищі показники екстер'єру ніж самки, про що свідчать дані таблиці 3.

Так, у 9-тижневому віці самки II групи за обхватом грудей переважали своїх ровесниць з I групи на 2,4 %, за довжиною тулуба – на 2,6 %, за довжиною кіля – на 0,7 %. Проміри гомілки та плюсна у самок II групи були більші відповідно на 4,1 і 1,1 % ніж у самок I групи.

Вивчення м'ясних якостей є важливим для характеристики продуктивності гусей. Дослідженнями взаємозв'язку між забійними якістьями і масою м'язів, жиру і кісток встановлено, що вміст м'язів у найбільшому ступені корелює з масою тушки, грудних м'язів, грудини і обхватом грудної клітки. Вміст кісток у тушці залежить від маси гуски, довжини плеча, передпліччя і гомілки. Основний ріст м'язів у гусей завершується у 8–9-тижневому віці. Після досягнення цього віку у тушці птиці відбувається накопичення жиру і збільшення шкіри з підшкірним жиром.

Для вивчення м'ясних якостей було проведено забій птиці у 9-тижневому віці та визначено морфологічний склад тушки, який має значення у дослідженні інтер'єрних та м'ясних особливостей гусей (табл. 4, 5).

#### 4. Результати забою гусей у 9-тижневому віці ( $M \pm m$ , $n=3$ )

Група	Стать	Передзабійна жива маса, г	Маса охолодженої тушки, г	Забійний вихід, %
I	самці	4479±60	2858±25	63,8
	самки	3939±25	2440±33	61,9
II	самці	4529±36	2979±39	65,8
	самки	3990±49	2520±30	63,2

За абсолютними показниками передзабійної живої маси тушки самці II групи переважали ровесників I групи на 1,1 %, а самки – на 1,3 %. Маса охолодженої тушки самців II групи становила 2979 г і була більша ніж самців I групи на 4,5 %, а самок II групи (2520 г) – на 3,3 % (табл. 5).

### 5. Морфологічний склад тушок гусей ( $M \pm m$ , $n=3$ ), г і % до маси тушки

Показники	Група, стать			
	I		II	
	самці	самки	самці	самки
Передзабійна жива маса, г	4479±60	3939±25	4529±36	3990±49
Маса охолодженої тушки, г	2858±25	2440±33	2979±39	2520±30
Шкіра з підшкірним жиром, г	628±30	584±31	630±28	600±20
%	22,00	23,95	21,15	23,80
Внутрішній жир, г	69,0±4	85,0±7	77,0±3	85,0±5
%	2,40	3,48	2,60	3,35
М'язи, г	1527±35	1249±28	1516±29	1295±25
%	53,40	51,20	54,20	51,40
Кістки, г	634±27	522±18	657±20	540±21
%	22,20	21,37	22,05	21,45
Вихід їстівних частин тіла, г	2224±32	1918±41	2322±35	1980±19
%	77,82	78,65	77,95	78,57

Вихід їстівних частин у молодняка дослідних груп був досить високий, однак вищим цей показник був у II групі, зокрема у самців він становив 65,8 %, а у самок – 63,2 % (табл. 5).

Морфологічний аналіз як метод має значення для дослідження інтер'єрних та м'ясних особливостей гусей.

Слід відзначити вищу масу охолодженої тушки, шкіри з підшкірним жиром, внутрішнього жиру і м'язів самців II групи. Маса охолодженої тушки самців II групи становила 2979 г, що на 4,2 % більше ніж самців I групи, а самки II групи (2520 г) переважали ровесниць за цим показником на 3,3 %.

Маса шкіри з підшкірним жиром у самців II групи становила 630 г і була вищою на 0,3 %, ніж у самців I групи (628 г), а самки II групи (600 г) переважали ровесниць на 2,7 %.

Маса внутрішнього жиру у самців II групи становила 77 г, що було більше на 11,6 %, ніж самців I групи (69 г), а самки обох груп мали однакові показники.

Маса м'язів у самців II групи становила 1615 г, що на 5,8 % більше ніж самців I групи (1527 г), а самки II групи (1295 г) переважали ровесниць на 3,7 %.

Таким чином, виходячи з наведених вище даних, можна відзначити кращу м'язну продуктивність гусей II групи.

Для характеристики м'ясних якостей птиці проведено хімічний аналіз м'яса в 9-тижневому віці (табл. 6). Одержані дані свідчать про те, що найбільш інтенсивне нагромадження сухої речовини у грудних м'язах до 9-тижневого віку відбувалося у гусей II групи. Аналогічну картину спостерігали і у стегнових м'язах. У цьому віці у самців II групи у грудних м'язах сухої речовини було 35,6 % сиріої маси, у самок – 34,3 %, а у самців I групи – 33,8 %, у самок – 33,3 %.

Таку ж закономірність за вмістом сухої речовини відзначено і у стегнових м'язах. Найбільш високим цей показник був у грудних і стегнових м'язах самців і самок II групи.

## 6. Хімічний склад грудних і стегнових м'язів гусей у 9-тижневому віці, % сиріої маси

Група	Стать	Показники				
		вода	суха речовина	протеїн	жир	зола
Грудні м'язи						
I	самці	66,2	33,8	18,3	14,2	1,02
	самки	66,7	33,3	18,0	14,3	1,05
II	самці	64,4	35,6	19,8	14,8	1,01
	самки	65,7	34,3	19,3	13,8	1,20
Стегнові м'язи						
I	самці	67,0	33,0	18,0	13,5	1,05
	самки	67,3	32,7	18,4	13,1	1,18
II	самці	66,0	34,0	18,3	14,6	1,04
	самки	66,1	33,9	19,0	13,8	1,10

За вмістом жиру і золи в тушках дослідних груп гусей достовірної різниці не виявлено.

Дослідження особливостей і закономірностей обміну речовин в організмі птиці різних порід, зокрема азотного обміну, сприяє правильному утриманню, підбору груп для спаровування та підвищення продуктивності (табл. 7).

Найбільш високий показник вмісту загального азоту відзначено у м'язах самців II групи. Накопичення білкового азоту в грудних м'язах було у них вищим, ніж у м'язах ніг. Цей показник був вищим у

самців порівняно з самками. Вміст білкового азоту в грудних м'язах був найвищим у самців II групи (3299 мг%). Кількість небілкового азоту в грудних м'язах і м'язах ніг збільшувалася до 9-тижневого віку. Найвищим цей показник був у грудних м'язах самців I групи.

### 7. Вміст загального, білкового і небілкового азоту в стегнових та грудних м'язах гусей у 9-тижневому віці ( $M \pm m$ , $n=5$ ), мг%

Група	Стать	Показники		
		загальний азот	білковий азот	небілковий азот
Грудні м'язи				
I	самці	3663±23	2714±62	949±20
	самки	3598±31	2739±27	859±22
II	самці	4197±22	3299±64	898±19
	самки	3920±67	3139±55	781±23
Стегнові м'язи				
I	самці	3266±43	2307±53	959±25
	самки	3180±51	2389±23	791±18
II	самці	3805±50	2894±86	911±18
	самки	3619±18	2890±24	729±18

**Висновки.** Внаслідок проведеної селекційно-племінної роботи доведено ефективність ввідного схрещування оброшинських сірих гусей з великою сірою породою. Досягнуто поліпшення продуктивних якостей оброшинських сірих гусей з прилиттям крові великої сірої породи (IV покоління) та збереження основних якостей цієї породної групи: доброї пристосованості до місцевих умов годівлі та утримання, екстер'єру, якості м'яса і перо-пухової сировини.

Жива маса самців лінії ОС-4 у 4-тижневому віці була на рівні 1,83 кг, а самок – 1,65 кг, яка переважала аналогів з лінії ОС-2 відповідно на 4,0 і 2,5 %. У 9-тижневому віці самці лінії ОС-4 мали живу масу 4,43 кг, а самки – 3,84 кг і переважали аналогів з лінії ОС-2 на 3,2 та 2,6 %.

Оброшинські сірі гуси лінії ОС-4 з прилиттям крові великої сірої породи характеризуються відповідно кращими показниками за розмірами статей тіла (обхват грудей, довжина тулуба та кіля).

У 9-тижневому віці гуси лінії ОС-4 переважали ровесників з лінії ОС-2 за м'ясними якостями за масою непатраної і патраної тушки та виходом їстівних частин. Маса м'язів становила у самців 1516 і самок – 1295 г та на 5,8 і 3,7 % переважала гусей лінії ОС-2.

За результатами хімічного аналізу м'яса слід відзначити, що нагромадження сухої речовини та протеїну у грудних і стегнових

м'язах до 9-тижневого віку відбувається більш інтенсивно у гусей лінії ОС-4. Вміст сухої речовини у самців лінії ОС-4 становив 35,6 %, у самок – 34,3 % сирової маси, що відповідно більше на 1,8 та 1,0 % щодо лінії ОС-2. Нагромадження протеїну у досліджуваних м'язах гусей становило 19,8 та 19,3 %, що на 1,5 і 1,3 % вище ніж ровесників лінії ОС-2.

### Список використаної літератури

1. Аверчева Н. О. Організаційні аспекти формування кормової бази тваринництва. *Інвестиції: практика та досвід*. 2021. № 10. С. 55–63. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6170> (дата звернення: 28.11.2022).
2. Аверчева Н. О. Підвищення економічної ефективності виробництва м'яса птиці на основі повноцінної годівлі. *Таврійський науковий вісник* : зб. наук. пр. 2005. Вип. 36. С. 203–209.
3. Ефективна годівля сільськогосподарської птиці : навч. посіб. / Н. І. Братишко та ін. ; за ред. І. А. Іонова. Київ : Аграрна наука, 2013. 208 с.
4. Забійні показники молодняку оброшинських гусей при розведенні “в собі” / Г. М. Седіло та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56, ч. II. С. 187–194.
5. Заплатинський В. С., Федорович В. С. Показники крові та їх зв'язок з ваговим і лінійним ростом гусей оброшинської сірої та оброшинської білої породних груп. *НТБ ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і ІБТ*. 2018. Вип. 19, № 1. С. 279–286.
6. Івко І. І., Рябініна О. В., Мельник О. В. Шляхи підвищення ефективності вітчизняного гусівництва. *Ефективне птахівництво*. 2010. № 11 (71). С. 33–40.
7. Інтенсивність росту та розвитку молодняку оброшинських сірих гусей при схрещуванні з великою сірою породою / М. Д. Петрів та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54 (I). С. 103–107.
8. Іщенко Ю. Б. Аналіз виробництва продукції птахівництва в Україні і прогнози до 2020 року. *Сучасне птахівництво*. 2014. № 4 (137). С. 4–8.
9. Карпов В. С. Розведення гусей.

### References

1. I. Avercheva N. O. Organizational aspects of the formation of the fodder base of animal husbandry. *Investytsii: praktyka ta dosvid*. 2021. No 10. P. 55–63. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6170> (last accessed: 28.11.2022).
2. Avercheva N. O. Increasing the economic efficiency of poultry meat production based on complete feeding. *Tavriyskiy naukovyi visnyk* : zb. nauk. pr. 2005. Issue 36. P. 203–209.
3. Effective feeding of poultry : a textbook / N. I. Bratyshko et al. ; za red. I. A. Ionova. Kyiv : Agrarna nauka, 2013. 208 p.
4. Slaughter indicators of obroshyn geese during their breeding “in themselves” / H. M. Sedilo et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2014. Issue 56. part II. P. 187–194.
5. Zaplatynskiy V. S., Fedorovich V. S. Blood parameters and their relationship with weight and linear growth of geese of obroshynska gray and obroshynska white breed groups. *NTB DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok i IBT*. 2018. Issue 19, No 1. P. 279–286.
6. Ivko I. I., Riabinina O. V., Melnyk O. V. Ways to increase the efficiency of domestic goose breeding. *Efektivne ptakhivnystvo*. 2010. No 11 (71). P. 33–40.
7. Intensity of growth and development of young obroshyn gray geese when crossed with a large gray breed / M. D. Petriv et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2012. Issue 54 (I). P. 103–107.
8. Ishchenko Yu. B. Analysis of poultry production in Ukraine and forecasts until 2020. *Suchasne ptakhivnystvo*. 2014.

- Фермерське господарство*. 2011. № 18. С. 22.
10. Кирилук О. Ф. Розвиток ринку продукції птахівництва. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 8 (12). С. 80–82.
11. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізла і ін. ; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.
12. Лапач С. Н., Чубенко А. В., Бабіч П. Н. Статистичні методи в медико-біологічних дослідженнях з використанням Excel. Київ, 2000. 320 с.
13. Любенко О. І., Суббот Ю. І. Інтенсифікація виробництва м'яса гусей в умовах фермерських господарств. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 110, Ч. 2. С. 82–86. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.110-2.13.
14. Науково-практичний довідник з гусівництва / Г. М. Седіло та ін. Львів, 2017. 40 с.
15. Патрєва Л. С. Статевий диморфізм в популяціях тварин і птахів та його біологічне і селекційне значення. *Птахівництво* : міжвід. темат. наук. зб. 2009. Вип. 63. С. 40–47.
16. Петрів М., Слобода Л., Слобода О. Якість м'яса оброшинських сірих гусей під час їх вирощування. *Український журнал ветеринарних та сільськогосподарських наук*. 2018. № 2. С. 7–10. DOI: <https://doi.org/10.32718/ujvas1-2.02>.
17. Племінні та продуктивні якості оброшинських сірих і білих гусей при їх розведенні / М. Д. Петрів та ін. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 41–44.
18. Породи сільськогосподарських тварин України. Історія, стан, перспективи розвитку / М. В. Гладій та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2015. Вип. 49. С. 44–57.
19. Рекомендації щодо спрямованого вирощування, утримання і відгодівлі водоплавної птиці / І. І. Івко та ін. Бірки, 2009. 112 с.
20. Репродуктивні та перо-пухові якості оброшинських гусей при розведенні “в собі” / Г. М. Седіло та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56, ч. II. С. 198–204.
21. Розведення і відгодівля гусей (методичні рекомендації) / Інститут землеробства і тваринництва. 2011. № 4 (137). Р. 4–8.
9. Karpov V. S. Breeding geese. *Fermerse gospodarstvo*. 2011. No 18. P. 22.
10. Kyryliuk O. F. Development of the poultry market. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2012. No 8 (12). P. 80–82.
11. Laboratory methods of research in biology, animal sciences and veterinary medicine : manual / V. V. Vlizlo et al. ; edited by V. V. Vlizlo. Lviv, 2012. 759 p.
12. Lapach S. N., Chubenko A. V., Babich P. N. Statistical methods in biomedical research using Excel. Kyiv, 2000. 320 p.
13. Liubenko O. I., Subbot Yu. I. Intensification of goose meat production in farm conditions. *Tavriyskiy naukovyi visnyk*. 2019. No 110, part 2. P. 82–86. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.110-2.13.
14. Scientific and practical guide to goose breeding / H. M. Sedilo et al. Lviv, 2017. 40 p.
15. Patrieva L. S. Sexual dimorphism in animal and bird populations and its biological and breeding significance. *Prakhivnytstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2009. Issue 63. P. 40–47.
16. Petriv M., Sloboda L., Sloboda O. The quality of the obroshynski gray geese meat during their rearing. *Ukrainskyi zhurnal veterynarnykh ta silskohospodarskykh nauk*. 2018. No 2. P. 7–10. DOI: <https://doi.org/10.32718/ujvas1-2.02>.
17. Breeding and productive qualities of obroshyn gray and white geese during their breeding / M. D. Petriv et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No 1. P. 41–44.
18. Breeds of farm animals of Ukraine. History, condition, prospects of development / M. V. Hladii et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2015. Issue 49. P. 44–57.
19. Recommendations for targeted breeding, keeping and fattening of waterfowl / I. I. Ivko et al. Birky, 2009. 112 p.
20. Reproductive and feather-down qualities of obroshyn geese when breeding “in itself” / H. M. Sedilo et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2014. Issue 56, part II. P. 198–204.

робства і тваринництва західного регіону УААН. Львів-Оброшино, 2005. 30 с.

22. Розведення оброшинських гусей у фермерських господарствах (методичні рекомендації) / Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. Львів-Оброшино, 2018. 27 с.

23. Слобода О. М., Слобода Л. Я. Особливості вирощування гусей-бройлерів в умовах приватних і фермерських господарств. Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. “Біологічні і технологічні аспекти виробництва та переробки продукції тваринництва в контексті свроінтеграції” (Кам’янець-Подільський, 21–23 трав. 2009 р.). Кам’янець-Подільський, 2009. С. 142–143.

24. Терешенко О. В., Катеринич О. О., Рожковський О. В. Сучасні напрями розвитку птахівництва України: стан та перспективи наукового забезпечення галузі. *Ефективне птахівництво*. 2011. № 11 (83). С. 7–12.

25. Хвостик В. П. Інтенсивність росту гусей створеної диморфної популяції. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гижцького*. 2012. Т. 14, № 2 (52), ч. 2. С. 348–350.

26. Хвостик В. П. Перспективні напрями ведення гусівництва. *Сучасні аграрні технології*. 2013. № 8. С. 62–69.

27. Циганок Ю. В. Сучасний стан виробництва продукції птахівництва в підприємствах Північно-Західного регіону України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2010. № 2 (27), т. 2. С. 272–285.

28. Шеремет Д. О., Мельник В. В. Розведення гусей у присадибному господарстві: вибір породи і формування батьківського стада. *Сучасне птахівництво*. 2014. № 6. С. 14–15.

29. Antonini E., Diamantini G., Ninfali P. The effect of mechanical processing on avenanthramide and phenol levels in two organically grown Italian oat cultivars. *J. Food Sci. Technol.* 2017. 54 (8). P. 2279–2287.

30. Ashton C. Keeping Geese: Breeds and Management. Marlborough : The Crowood Press Ltd, 2012. 192 p.

31. Cilavdaroglu E., Yamak U. S., Boz M. A. Geese Meat Production. *BSJ Agri*.

21. Breeding and fattening geese (guidelines) / Institut of Agriculture and Livestock of the Western Region of UAAS. Lviv-Obroshyno, 2005. 30 p.

22. Breeding of obroshyn geese on farms (methodical recommendation) / Institut of Agriculture of the Carpathian Region NAAS. Lviv-Obroshyne, 2018. 27 p.

23. Sloboda O. M., Sloboda L. Ya. Features of breeding broiler geese in private and farms. Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. “Biologichni i tekhnologichni aspekty vyrobnystva ta pererobky produktii tvarynystva v konteksti yevrointehratsii” (Kamianets-Podilskyi, 21–23 trav. 2009 r.). Kamianets-Podilskyi, 2009. P. 142–143.

24. Tereshchenko O. V., Katerynych O. O., Rozhkovskiy O. V. Modern directions of poultry development in Ukraine: the state and prospects of scientific support of the industry. *Efektivne ptakhivnystvo*. 2011. No 11 (83). P. 7–12.

25. Khvostyk V. P. Growth intensity of geese of the created dimorphic population. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2012. Vol. 14, No 2 (52), part 2. P. 348–350.

26. Khvostyk V. P. Promising areas of goose breeding. *Suchasni ahrarni tekhnologii*. 2013. No 8. P. 62–69.

27. Tsyhanok Yu. V. The current state of poultry production in enterprises of the North-Western region of Ukraine. *Visnyk ZhNAEU*. 2010. No 2 (27), Vol. 2. P. 272–285.

28. Sheremet D. O., Melnyk V. V. Breeding geese in the homestead: the choice of breed and the formation of the parent herd. *Suchasne ptakhivnystvo*. 2014. No 6. P. 14–15.

29. Antonini E., Diamantini G., Ninfali P. The effect of mechanical processing on avenanthramide and phenol levels in two organically grown Italian oat cultivars. *J. Food Sci. Technol.* 2017. 54 (8). P. 2279–2287.

30. Ashton C. Keeping Geese: Breeds and Management. Marlborough : The Crowood Press Ltd, 2015. 367 p.

31. Cilavdaroglu E., Yamak U. S., Boz

2020. Vol. 3, Issue 1. P. 66–70.

32. Effect of feed form and dietary protein level on growth performance and carcass characteristics of growing geese / D. E. Abou-Kassem et al. *Poultry Sci.* 2019. Vol. 98, Issue 2. P. 761–770.

33. Effects of forage feeding versus grain feeding on the growth performance and meat quality of Yangzhou geese / Y. Song et al. *British Poultry Science.* 2017. Vol. 58, No 4. P. 397–401.

34. Extract of oats as a modulator of fatty acid composition of geese tissues in the conditions of physiological stress / O. Danchenko et al. *BIOLOGIJA.* 2020. Vol. 66, No. 1. P. 27–34.

35. Geese raising on fish ponds / Z. Stojevic et al. *Vet. Stanica.* 2017. 48 (1). P. 31–34.

36. Huang J. F., Hu Y. H., Hsu J. C. Waterfowl production in hot climates. *Poult Product Hot Clim.* 2008. P. 330–375.

37. Kozak J. An overview of feathers formation, moults and down production in geese. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2011. Vol. 24 (6). P. 881–887.

38. Sari M., Boz M. A., Saatçı M. Current Breeding Techniques in Goose Breeding: A Review. *International J. of Poultry.* 2021. Vol. 2, No 1. P. 11–16.

39. Taşkesen H. O. Protein and Amino Acid Nutrition in Geese. *International J. of Poultry.* 2020. Vol. 1, No 1. P. 13–17.

40. The effect of origin, sex and feeding on sensory evaluation and some quality characteristics of goose meat from polish native flocks / L. Lewko et al. *Ann. Anim. Sci.* 2017. Vol. 17, Issue 4. P. 1185–1196.

M. A. Geese Meat Production. *BSJ Agri.* 2020. Vol. 3, Issue 1. P. 66–70.

32. Effect of feed form and dietary protein level on growth performance and carcass characteristics of growing geese / D. E. Abou-Kassem et al. *Poultry Sci.* 2019. Vol. 98, Issue 2. P. 761–770.

33. Effects of forage feeding versus grain feeding on the growth performance and meat quality of Yangzhou geese / Y. Song et al. *British Poultry Science.* 2017. 58 (4). P. 397–401.

34. Extract of oats as a modulator of fatty acid composition of geese tissues in the conditions of physiological stress / O. Danchenko et al. *BIOLOGIJA.* 2020. Vol. 66, No. 1. P. 27–34.

35. Geese raising on fish ponds / Z. Stojevic et al. *Vet. Stanica.* 2017. 48 (1). P. 31–34.

36. Huang J. F., Hu Y. H., Hsu J. C. Waterfowl production in hot climates. *Poult Product Hot Clim.* 2008. P. 330–375.

37. Kozak J. An overview of feathers formation, moults and down production in geese. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2011. Vol. 24 (6). P. 881–887.

38. Sari M., Boz M. A., Saatçı M. Current Breeding Techniques in Goose Breeding: A Review. *International J. of Poultry.* 2021. Vol. 2, No 1. P. 11–16.

39. Taşkesen H. O. Protein and Amino Acid Nutrition in Geese. *International J. of Poultry.* 2020. Vol. 1, No 1. P. 13–17.

40. The effect of origin, sex and feeding on sensory evaluation and some quality characteristics of goose meat from polish native flocks / L. Lewko et al. *Ann. Anim. Sci.* 2017. Vol. 17, Issue 4. P. 1185–1196.

Отримано 1 грудня 2022 р.  
Погоджено до друку 28 грудня 2022 р.

## **ПОРОДНИЙ СКЛАД І КІЛЬКІСТЬ ПОГОЛІВ'Я СВИНЕЙ У ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ МІЖПОРОДНОГО СХРЕЩУВАННЯ**

Наведено дані моніторингу породного складу свиней передгірної зони і зони Полісся західних областей України та встановлено, що основними породами, які використовують для виробництва свинини є велика біла, поголів'я якої перебуває в межах 73,6–76,7 %, ландрас – 13,7–14,6 та інші породи м'ясного напрямку продуктивності – 8,7–12,7 %. Встановлено кількість свинарських господарств, їхню виробничу належність (племінні або товарні) та породний склад наявного поголів'я свиней у передгірній зоні й зоні Полісся Західного регіону. У ДПДГ Прикарпатської ДСГДС найвищі показники продуктивності відзначено у помісних свиноматок велика біла × ландрас, спарованих з кнурами термінальної лінії Макстер. Їх багатоплідність була вища на 14,8 %, а жива маса гнізда – на 23,5 %, ніж у чистопородних. У ТзОВ “Агроплемсервіс” помісні свиноматки велика біла × ландрас, спаровані з кнурами термінальної лінії РІС американської компанії Пі Ай Сі, за всіма показниками продуктивності переважали чистопородних, зокрема за багатоплідністю на 15,3 % і живою масою гнізда – на 12,3 %. У результаті проведених досліджень розроблено систему заходів з підбору кнурів спеціалізованих порід та термінальних ліній для міжпородного схрещування, які рекомендовано використовувати на заключному етапі схрещування при виробництві товарної свинини і запропоновано схему міжпородного схрещування у передгірній зоні та зоні Полісся західних областей України для виробництва товарної свинини.

**Ключові слова:** порода, схрещування, свиноматки, кнури, показники продуктивності.

**Vasyl Pundyk**

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS

**Breed composition and quantity of pigs population in the western region of Ukraine and development of interbreed crossing system**

Data on the monitoring of the breed composition of pigs in the Foothills and Polissia zones of the Western regions of Ukraine are presented and it is established that the main breeds used for pork production are a large white breed, the number of pigs of which is the range of 73.6–76.7 %, landrace – 13.7–14.6 and other breeds of the meat direction productivity – 8.7–12.7 %. The number of pig farms, their

production affiliation (breeding or commercial), and the breed composition of the existing pig population in the Foothills and Polissia zone of the Western region was determined. The highest indicators of productivity in the SE Prykarpatska were in crossbred sows of the Large White x Landrace mated with boars of the terminal Maxter line, the fertility of which was 14.8 % higher than in purebred sows, and the live weight of the nest was correspondingly higher by 23.5 %. In “Agroplemservis” LLC, domestic local sows of the Large White x Landrace breed mated with boars of the PIC terminal line of the American company PIC were superior to purebred sows in all productivity indicators. Their fertility was 15.3 % higher, and the live weight of the nest was 12.3 % higher. As a result of the conducted research, a system of measures was developed to select boars of specialized breeds and terminal lines for interbreed crossing, which we recommend to use at the final stage of crossbreeding in the production of marketable pork. A scheme of interbreeding in the Foothills zone and the Polissia zone of the Western regions of Ukraine for the production of marketable pork was proposed.

**Keywords:** breed, crossbreeding, sows, boars, productivity indicators.

**Вступ.** Успішне ведення галузі свинарства залежить від багатьох факторів. Одним з них є селекційно-племінна робота, головним завданням якої є постійне удосконалення існуючих генотипів, а також створення на їх основі нових високопродуктивних типів і порід, придатних для використання при сучасних методах розведення [9, 25].

Біологічні особливості організму свиней визначають кількісну та якісну характеристики виробничої діяльності галузі як із зоотехнічної, так і економічної точки зору. Одним з ефективних способів підвищення зазначених показників виробництва є раціональне використання методів розведення свиней [17, 27, 35]. Як відомо, у селекційно-племінній роботі у свинарстві використовують два методи розведення: чистопородне та схрещування. Вищою формою організації селекційно-племінної роботи у цій галузі є розробка регіональних систем розведення з використанням методів схрещування та гібридизації [3, 19, 26].

Ефективність ведення свинарства залежить від раціонального використання існуючих генотипів, а також їх поєднання зі створеними новими породами свиней спеціалізованого напрямку продуктивності зарубіжної та вітчизняної селекції [4, 12, 16, 18].

Пошук і підбір різних порід при схрещуванні їх між собою з метою досягнення високого ефекту гетерозису мають велике теоретичне й практичне значення [6, 10, 11, 22].

Створені породи свиней з високими відгодівельними і м'ясними якостями, зокрема полтавську м'ясну і червону білопоясу, можна

ефективно використовувати в поєднанні з іншими породами з високими відтворювальними якостями [2, 20, 21, 32].

З появою нових генетичних досягнень зарубіжної та вітчизняної селекції виникає потреба у вивченні різних комбінацій схрещування чистопородних і помісних свиноматок великої білої породи з кнурами нових спеціалізованих м'ясних порід з високими відгодівельними і м'ясними якостями [1, 5, 23, 31]. Як материнську форму при схрещуванні використовують велику білу породу, як батьківську – чистопородних свиней полтавської м'ясної, червоної білопоясої, ландрас, а також кнурів термінальних ліній вітчизняної та зарубіжної селекції [9, 15, 33].

Одним із напрямів збільшення виробництва свинини є використання міжпородного схрещування. Разом з тим, не всі варіанти схрещування є ефективними, що збільшують кількість і покращують якість м'яса. У світі та Україні останнім часом використовують складні варіанти промислового схрещування, а вчені працюють над створенням універсальної свинки для різних варіантів схрещування [14, 29, 34]. У товарних господарствах в основному використовують свиноматок великої білої породи та різні гібриди на її основі [13, 28, 30].

У свій час ми вивчали різні комбінації схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами порід ландрас і полтавської м'ясної [24]. Як материнські форми було використано різні типи великої білої породи, а у вигляді батьківських – породи м'ясного і спеціалізованого напрямку продуктивності. З наукових літературних джерел відомі поодинокі фрагменти проведення досліджень з міжпородного схрещування в Україні, однак відсутні об'єктивні дані про породний склад свиноголів'я в західному регіоні. Тому метою досліджень було встановити породний склад та продуктивність наявного свиноголів'я в господарствах різних організаційно-правових форм у передгірній зоні та зоні Полісся західного регіону та розробити систему міжпородного схрещування.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили у відділі дрібного тваринництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, а також у ТзОВ «Агроплемсервіс» та ДПДГ Прикарпатської ДСГДС.

Інформацію щодо кількості свинарських господарств, їхньої виробничої належності (племінні або товарні) та породного складу наявного поголів'я свиней надано департаментами агропромислового розвитку Західного регіону України. Проведено моніторинг породної належності та кількісного складу наявного свиноголів'я у

свинарських господарствах різних напрямів продуктивності передгірної зони та зони Полісся західного регіону.

Продуктивність свиноматок оцінювали за показниками багатоплідності, молочності, кількості порослят при відлученні, а також за їхньою середньою живою масою і масою гнізда; відгодівельні якості помісного молодняку – за показниками середньодобових приростів і віком досягнення живої маси 100 кг.

Аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета програм Statistica-10 та Microsoft Excel.

**Результати та обговорення.** У результаті моніторингу породного складу свиней зони Лісостепу західних областей України встановлено, що основними породами, які використовують для виробництва свинини є велика біла (68–82 %), ландрас (12–22 %) та інші породи м'ясної напрямку продуктивності (5–15 %).

Всього поголів'я свиней у Львівській області на 01.02.2022 р. становило 442,2 тис., найбільше з них у сільськогосподарських підприємствах – 320,4 тис. гол. або 72,4 % (табл. 2).

## 2. Кількість поголів'я свиней у передгірній зоні та зоні Полісся західного регіону України на 01.02.2022 р., тис. гол.

Область	Загальна кількість свиней	Кількість свиней в областях по зонах	Кількість свиней у сільськогосподарських підприємствах	Кількість свиней у фермерських підприємствах	Кількість свиней у господарствах населення
<b>Передгірна зона</b>					
Львівська	442,2	115,7	83,3	8,7	23,7
Івано-Франківська	291,1	112,3	95,2	0,5	16,6
Чернівецька	105,4	10,5	7,4	0,1	3,0
Всього	838,7	238,5	185,9	9,3	43,3
<b>Зона Полісся</b>					
Волинська	226,6	123,7	23,2	4,8	95,7
Рівненська	215,7	128,3	18,1	0,4	109,8
Львівська	442,2	85,7	66,1	4,2	15,4
Всього	884,5	337,7	107,4	9,4	220,9

Департаментом агропромислового розвитку Львівської області надано перелік племінних і товарних господарств, які займаються виробництвом свинини. Всього таких господарств 27, з них 7 повністю

або частково закрили свою діяльність. Найбільшими виробниками свинини у області є ТзОВ “Барком” – 80 тис. гол., ТОВ “Галичина-Захід” (Стрийський р-н, с. Кавське) – 28 тис. гол., ФГ “Едем (Жовківський р-н, с. Замочок) – 3,9 тис. гол.

Основні породи, які використовують при виробництві свинини у Львівській області: велика біла – до 75 %, ландрас – 14 %, решта складають п’єтрен, датський ландрас, йоркшири селекції різних країн, кнури фірми РІС (Пі Ай Сі) великої білої породи (США), лінія Кемборо (табл. 3).

ФГ “Едем” є племрепродуктором свиней породи велика біла (3100 гол.) і ландрас (1200 гол.), основних свиноматок налічується 200 і 70 голів відповідно.

ТзОВ “Барком” як материнську форму використовує помісних свиноматок велика біла х ландрас, яких запліднюють спермою кнура термінальної лінії РІС 337 компанії Пі Ай Сі. Багатоплідність свиноматок від такого поєднання досягає 16–18 гол., а гібридний молодняк на відгодівлі при середньодобових приростах 800–900 г, живої маси 100 кг досягає у віці 160–170 діб.

На 01.02.2022 р. поголів’я свиней у Івано-Франківській області становило 291,1 тис. гол., зокрема у сільськогосподарських підприємствах – 206,7 тис. гол. або 71,0 %, решта поголів’я знаходиться у фермерських господарствах та населення.

Департаментом агропромислового розвитку Івано-Франківської області надано перелік 9 господарств, які займаються виробництвом свинини. В області в основному використовують наступні породи: велику білу – 69 %, ландрас – 19 %, йоркширів селекції різних країн, дюрк, п’єтрен (табл. 3).

### 3. Породний склад поголів’я свиней західного регіону України, %

Область	Порода свиней		
	велика біла	ландрас	інші породи
Передгірна зона			
Львівська	74	15	11
Івано-Франківська	69	19	12
Чернівецька	78	7	15
Середнє	73,6	13,7	12,7
Зона Полісся			
Волинська	73	18	9
Рівненська	81	13	6
Львівська	76	13	11
Середнє	76,7	14,6	8,7

Найбільшими виробниками свинини у області є ТзОВ “Гудвеллі Україна” та сільськогосподарський кооператив імені Т. Г. Шевченка.

У Волинській області поголів'я свиней на 01.02.2022 р. становило 226,6 тис., найбільше з них у господарствах населення – 163,3 тис. гол. (72,1 %), решта – у сільськогосподарських і фермерських господарствах.

Управління агропромислового розвитку Волинської області надало перелік 12 найбільших господарств, які займаються виробництвом свинини. Основні породи, які використовують в області це велика біла – 73 %, ландрас – 18 %, решта – йоркшири, дюрорк, гемпшир, п'єтрен (табл. 3).

Кількість свиней у Рівненській області на 01.02.2022 р. становила 215,7 тис. гол., із них у господарствах населення – 89,1 %, решта поголів'я – у сільськогосподарських і фермерських господарствах (табл. 2).

Основними породами, які використовують в області при виробництві свинини є велика біла – 81 % і ландрас – 13 % (табл. 3).

Дослідження з вивчення різних варіантів міжпородного схрещування в передгірній зоні Західного регіону проведено в ДПДГ Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Для вивчення різних варіантів схрещування використано наступні породи – велику білу, ландрас, дюрорк і кнурів термінальної лінії Макстер.

В 1-й групі застосовували чистопородне розведення свиноматок великої білої породи, в 2-й – схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас, в 3 групі помісних свиноматок велика біла х ландрас схрещували з кнурами породи дюрорк, а в 4 – помісних свиноматок велика біла х ландрас схрещували з кнурами термінальної лінії Макстер (табл 4).

Найвища багатоплідність була у свиноматок 3 і 4 груп – 13,0 і 13,9 гол. Найменшою вона була у свиноматок I групи – 12,1 гол.

Відповідна тенденція спостерігалася за кількістю поросят у двохмісячному віці. Найвищою вона була у 3 і 4 групах – 12,5 і 13,3 гол. відповідно. Найнижчим цей показник був у I групі – 11,6, а свиноматки 2 групи за цим показником займали проміжне місце – 12,1 гол.

Жива маса гнізда у двохмісячному віці була найвищою у свиноматок 3 і 4 груп, відповідно 251 і 268 кг, дещо нижчою – у свиноматок 2 групи – 232 кг, а найменшою вона була у чистопородних свиноматок I групи – 217 кг.

#### 4. Продуктивність свиноматок у ДПДГ Прикарпатської ДСГДС (M±m, n=10)

Група	Поєднання порід		Продуктивність свиноматок				
	свиноматки	кнурі	багато-плідність, гол.	кількість поросят у 2 міс., гол.	жива маса гнізда у 2 міс., кг	жива маса 1 гол. у 2 міс., кг	збереженість, %
1	велика біла	велика біла	12,1±0,38	11,6±0,29	217±5,21	18,7±0,61	95,8
2	велика біла	ландрас	12,8±0,45	12,1±0,31	232±6,17	19,2±0,42	94,5
3	велика біла × ландрас	дюрок	13,0±0,51	12,5±0,37	251±4,32	20,1±0,54	96,1
4	велика біла × ландрас	Макстер	13,9±0,48	13,3±0,41	268±5,17	20,2±0,47	95,7

За живою масою 1 голови у двохмісячному віці та збереженістю суттєвої різниці між групами свиноматок не встановлено.

Для вивчення різних варіантів схрещування у ТзОВ “Агроплемсервіс” Львівського району Львівської області використовували породи велику білу і ландрас та кнурів термінальної лінії РІС американської компанії Пі Ай Сі.

В 1-й групі застосовували чистопородне розведення свиноматок великої білої породи, в 2-й – схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас. В 3-й групі помісних свиноматок велика біла х ландрас осіменяли спермою кнурів термінальної лінії РІС американської компанії Пі Ай Сі, а в 4-й – помісних свиноматок ландрас х велика біла схрещували з кнурами термінальної лінії РІС (табл. 5).

Найвищу багатоплідність відзначено у помісних свиноматок 3 і 4 груп, які були спаровані кнурами термінальної лінії РІС – відповідно 14,3 і 14,1 гол. Багатоплідність свиноматок 1 й 2 груп була дещо нижчою і складала 12,4 та 13,2 гол. Кількість поросят у двохмісячному віці була найвищою у помісних свиноматок 3 й 4 груп – 13,7 і 13,6 гол., а у 1 й 2 групі – 11,9 і 12,8 гол. відповідно.

Жива маса гнізда у двохмісячному віці був найвищою у помісних свиноматок 3 і 4 груп – 270 та 265 кг відповідно. Значно нижчим цей показник був у свиноматок 1 і 2 груп, а саме 220 і 252 кг. Жива маса 1 поросяти у двохмісячному віці була дещо нижчою в

1 групи – 18,5 кг, порівняно з іншими групами, де вона коливалася від 19,5 до 19,7 кг. Збереженість порослят, або співвідношення кількості відлучених порослят до кількості народжених була у всіх групах майже на одному рівні.

### 5. Продуктивність свиноматок у ТзОВ “Агроплемсервіс” ( $M \pm m$ , $n=10$ )

Група	Поєднання порід		Продуктивність свиноматок				
	свиноматки	кнурі	багато-плідність, гол.	кількість порослят у 2 міс., гол.	жива маса гнізда у 2 міс., кг	жива маса 1 гол. у 2 міс., кг	збереженість, %
1	велика біла	велика біла	12,4±0,49	11,9±0,27	220±4,39	18,5±0,63	95,9
2	велика біла	ландрас	13,2±0,37	12,8±0,35	252±3,95	19,7±0,51	96,9
3	велика біла × ландрас	РІС	14,3±0,53	13,7±0,54	270±5,81	19,7±0,42	95,8
4	ландрас × велика біла	РІС	14,1±0,45	13,6±0,42	265±6,37	19,5±0,59	96,4

Провівши аналіз продуктивності чистопородних і помісних свиноматок у ДПДГ Прикарпатської ДСГДС та ТзОВ “Агроплемсервіс” можна зробити загальний висновок про те, що помісні свиноматки майже за всіма показниками продуктивності значно переважали своїх чистопородних аналогів.

**Волинська область.** Згідно даних Управління агропромислового розвитку Волинської області основними породами, які використовують при виробництві свинини є велика біла, ландрас, дюрок, гемпшир і п’єтрен.

Пропонуємо на першому етапі схрещування свиноматок великої білої породи та породи ландрас спаровувати з кнурами м’ясних порід дюрок, гемпшир і п’єтрен, а одержаних від такого поєднання помісних свиноматок осіменяти спермою кнурів лінії РІС. Весь помісний молодняк від такого поєднання рекомендуємо ставити на відгодівлю.

**Рівненська область.** Основними породами, які використовують при виробництві свинини в області є велика біла і ландрас. З м’ясних порід нараховується невелика кількість тварин порід п’єтрен і червонопоясої. Тому на першому етапі свиноматок великої білої породи

слід спаровувати з кнурами породи ландрас, а одержаних помісних свиноматок осіменяти спермою кнурів американської лінії РІС.

**Івано-Франківська область.** Згідно даних Департаменту АПК Івано-Франківської області породи велика біла і ландрас складають до 90 % поголів'я свиней, решта – йоркшири селекції різних країн, дюррок, п'єтрен. Перший етап схрещування передбачає поєднання свиноматок порід великої білої та ландрас з кнурами м'ясних порід дюррок і п'єтрен, а на другому етапі одержаних помісних свиноматок потрібно осіменяти спермою кнурів американської лінії РІС.

Враховуючи інформацію про кількісний і якісний склад свинопоголів'я, а також результати досліджень, одержаних при вивченні продуктивності свиней різних варіантів схрещування, ми пропонуємо наступні схеми схрещування для передгірної зони та зони Полісся Західного регіону (табл. 6, 7).

#### 6. Схема схрещування для свинарських господарств в передгірній зоні Західного регіону України

№	Свиноматки	Кнури
1	Велика біла	Ландрас
2	Велика біла – ландрас	Дюррок
3	Велика біла – ландрас	Макстер
4	Ландрас – велика біла	Макстер

#### 7. Схема схрещування для свинарських господарств зони Полісся Західного регіону України

№	Свиноматки	Кнури
1	Велика біла	П'єтрен
2	Велика біла – ландрас	П'єтрен
3	Ландрас – велика біла	Макстер

#### Висновки

1. Станом на 01.02.2022 р. кількість свиней у Передгірній зоні західного регіону (Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька області) становила 238,5 тис. гол., а у зоні Полісся (Львівська, Волинська, Рівненська області) – 367,7 тис. гол.

2. Породний склад свиней у передгірній зоні Західного регіону був наступний: велика біла – 73,6 %, ландрас – 13,7, інші породи – 12,7, у зоні Полісся: велика біла – 76,7 %, ландрас – 14,6, інші породи – 8,7.

3. Найвищою продуктивністю у ДПДГ Прикарпатської ДСГДС характеризувалися помісні свиноматки велика біла х ландрас (4 група),

багатоплідність яких становила 13,9 гол., що на 14,8 % більше ніж у чистопородних свиноматок 1 групи, а жива маса гнізда більша відповідно на 23,5 %.

4. У ТзОВ “Агроплемсервіс” помісні свиноматки велика біла х ландрас (3 група) за всіма показниками продуктивності переважали чистопородних свиноматок 1 групи. Багатоплідність у них була більша на 15,3 %, а жива маса гнізда на 12,3 %.

5. Розроблено систему заходів з підбору кнурів спеціалізованих порід та термінальних ліній для міжпородного схрещування, які необхідно використовувати на заключному етапі схрещування при виробництві товарної свинини у передгірній зоні та зоні Полісся західних областей України. На підставі розробленої системи заходів запропоновано схему міжпородного схрещування у передгірній зоні та зоні Полісся західних областей України для виробництва товарної свинини.

#### Список використаної літератури

1. Акимов О. В. Оцінка відгодівельних якостей свиней з позиції оптимальної взаємодії їх генотипів и специфіки середовища. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2 (2). С. 87–90.
2. Аналіз відтворних якостей свиней породи ландрас та уельс в суб'єктах плеємної справи України / О. М. Церенюк та ін. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2021. № 125. С. 227–237.
3. Бабань О. А., Щур В. П., Щур Д. В. Схрещування у свинарстві. *Свинарство*. 24.01.2017. URL: <http://pig.tekro.ua/viroshchennya/item/27-shreshhuvannja-u-svinarstvi.html> (дата звернення: 02.03.2023).
4. Баньковський Б. В. Промислове схрещування у свинарстві. Київ, 1976. С. 3–51.
5. Баньковська І. Б., Вислянько О. О. М'ясна продуктивність свиней різних генотипів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2002. № 6. С. 45–46.
6. Баркарь Є. В., Дехтяр Ю. Ф. Використання кнурів-плідників м'ясних порід для покращення показників росту та відгодівельних якостей молодяку свиней. *Научний взгляд в будуще*. 2017.

#### References

1. Akymov O. V. Evaluation of fattening qualities of pigs from the standpoint of optimal interaction of their genotypes and the specifics of the environment. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomoria*. 2015. Issue 2 (2). P. 87–90.
2. Analysis of reproductive qualities of Landrace and Wales pigs in the subjects of breeding in Ukraine / O. M. Tsereniuk et al. *Naukovo- tekhnichniy biuletyn IT NAAN*. 2021. No 125. P. 227–237.
3. Baban O. A., Shchur V. P., Shchur D. V. Crossbreeding in pig breeding. *Svinarstvo*. 24.01.2017. URL: <http://pig.tekro.ua/viroshchennya/item/27-shreshhuvannja-u-svinarstvi.html> (last accessed: 02.03.2023).
4. Bankovskiy B. V. Industrial crossbreeding in pig breeding. Kyiv, 1976. P. 3–51.
5. Bankovska I. B., Vyslanko O. O. Meat productivity of pigs of different genotypes. *Visnyk Sumskoho natsionalno ahraryoho universytetu*. 2002. No 6. P. 45–46.
6. Barkar Ye. V., Dekhtiar Yu. F. The use of breeding boars of meat breeds to improve the growth and fattening qualities of young pigs. *Nauchnyj vzglyad v budushchee*. 2017. Issue 6. Vol. 5. P. 16–

Вип. 6. Т. 5. С. 16–20.

7. Булатович О. М. Виявлення найбільш ефективних поєднань різних генотипів свиней залежно від методу їх розведення : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Полтава : Інститут свинарства УААН, 1999. 20 с.

8. В Україні поголів'я свиней за рік поменшало більш як на півмільйона – експерти. *Укрінформ*. 17.01.2018. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2384202-vukraini-pogoliva-svinej-zarik-pomensalo-bils-ak-na-pivmilijona-eksperti.html> (дата звернення: 28.02.2023).

9. Ващенко О. В. Комбінаційна здатність спеціалізованих порід і типів свиней в промисловому схрещуванні. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 53. С. 84–90.

10. Відтворювальні якості свиноматок у системі гібридизації / М. Д. Березовський та ін. *Свинарство*. 2012. № 60. С. 21–24.

11. Вовк В. Гетерозисний ефект при поєднанні різних генотипів свиней. *Тваринництво України*. 2013. № 12. С. 11–13.

12. Волошук О. В., Гришина Л. П. Вплив генотипу кнурів на відгодівельні та м'ясні ознаки отриманого від них молодняка. *Вісник Сумського НАУ*. Серія «Тваринництво». 2017. Вип. 7 (33). С. 58–62.

13. Забійні якості молодняка свиней порід ландрас та уельс / В. С. Козир та ін. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2020. № 124. С. 97–104.

14. Коваленко В. Н., Гнатюк С. І. Використання термінальних кнурів зарубіжної селекції в системі відтворення свиней. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2016. № 110. С. 71–75.

15. Коваль О. А., Калиниченко Г. І. Вплив схрещування на відтворну здатність свиноматок. *Зб. наук. праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2013. Вип. 21. С. 150–156.

16. Кодак Т. С. Ефективність використання кнурів зарубіжної та вітчизняної селекції у поєднанні з

20.

7. Bulatovych O. M. Identification of the most effective combinations of different genotypes of pigs depending on the method of their breeding : avtoref. dys. kand. s.-h. nauk: 06.02.01 “Rozvedennia ta selektsiia tvaryn”. Poltava : Instytut svynarstva UAAN, 1999. 20 p.

8. In Ukraine, the number of pigs has decreased by more than half a million, experts say. *Ukrinform*. 17.01.2018. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2384202-vukraini-pogoliva-svinej-zarik-pomensalo-bils-ak-na-pivmilijona-eksperti.html> (last accessed: 28.02.2023).

9. Vashchenko O. V. Combination ability of specialized breeds and types of pigs in industrial crossing. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 53. P. 84–90.

10. Reproductive qualities of sows in the hybridization system / D. Berezovskiy et al. *Svynarstvo*. 2012. No 60. P. 21–24.

11. Vovk V. Heterosis effect when combining different genotypes of pigs. *Tvarynyntstvo Ukrainy*. 2013. No 12. P. 11–13.

12. Voloshchuk O. V., Hryshyna L. P. Influence of boar genotype on fattening and meat traits of young animals obtained from them. *Visnyk Sumskoho NAU*. Seria «Tvarynyntstvo». 2017. Issue. 7 (33). P. 58–62.

13. Slaughter qualities of young pigs of Landrace and Wales breeds / V. S. Kozyr et al. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn IT NAAN*. 2020. No 124. P. 97–104.

14. Kovalenko V. N., Hnatiuk S. Y. Use of terminal boars of foreign selection in the system of pig breeding. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn IT NAAN*. 2016. No 110. P. 71–75.

15. Koval O. A., Kalynychenko H. I. The effect of crossbreeding on the reproductive capacity of sows. *Zb. nauk. prats Podilskoho derzhavnoho ahramno-tekhnichnoho universytetu*. 2013. Issue 21. P. 150–156.

16. Kodak T. S. Efficiency of use of boars of foreign and domestic selection in combination with purebred and local sows

чистопородними та помісними свиноматками в умовах товарного репродуктора : автореф. дис. канд. с.-г. наук : 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Полтава : Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН. 2015. 21 с.

17. Коротков В. А., Васильєва О. А., Желізняк І. М. Відтворювальні якості свиноматок при схрещуванні з термінальними кнурами. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. Т. 2. С. 104–107.

18. Крамаренко О. С. Вплив прямих та реципрокних схрещувань на показники відтворювальних якостей свиноматок різних порід. *Студентський науковий вісник*. 2010. Вип. 2 (3), ч. 4. С. 83–88.

19. Лісний В. А., Лісна Т. М., Новицька В. І. Ефективність використання перспективного генофонду свиней у системі гібридизації. *Таврійський наук. вісник*. 2011. Вип. 76, ч. 2. С. 15–18.

20. Мороз О. Г. Вивчення поєднань різних генотипів свиней в умовах свинокомплексу з метою одержання високопродуктивних товарних гібридів : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Полтава: Інститут свинарства УААН, 1999. 16 с.

21. Повод М. Г., Храмкова О. М. Відгодівельна продуктивність гібридного молодняка свиней вітчизняного та зарубіжного походження. *Вісник Сумського НАУ*. 2017. Вип. 7 (33). С. 226–232.

22. Повод М. Г., Храмкова О. М. Відтворювальна здатність свиноматок зарубіжної селекції в умовах інтенсивної технології. *Вісник Сумського НАУ*. 2017. Вип. 5/2 (32). С. 119–123.

23. Прокопенко О. В. Ефективність різних порід свиней в умовах Південно-східної України. *Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту*. 2000. № 1. С. 85–86.

24. Пундик В. П., Тесак Г. В. Моніторинг наявного поголів'я свиней у Лісостеповій зоні Західного регіону та

in the conditions of a commodity breeder : avtoref. dys. kand. s.-h. nauk :06.02.01 «Rozvedennia ta selektsiia tvaryn». Poltava : Instytut svynarstva i ahropromysloвого виробnytstva NAAN, 2015. 21 p.

17. Korotkov V. A., Vasyliєva O. A., Zhelizniak I. M. Reproductive qualities of sows when crossed with terminal boars. *Visnyk ahrranoi nauky Prychornomorіa*. 2015. Issue 2. Vol. 2. P. 104–107.

18. Kramarenko O. S. Influence of direct and reciprocal crosses on indicators of reproductive qualities of sows of different breeds. *Studentskyi naukovyi visnyk*. 2010. Vol. 2 (3). Issue. 4. P. 83–88.

19. Lisnyi V. A., Lisna T. M., Novytska V. I. Efficiency of using a promising gene pool of pigs in the hybridization system. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2011. Issue 76. Vol. 2. P. 15–18.

20. Moroz O. H. Study of combinations of different genotypes of pigs in the pig complex in order to obtain high-yielding commercial hybrids : avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.02.01 “Rozvedennia ta selektsiia tvaryn”. Poltava : Instytut svynarstva UAAN, 1999. 16 p.

21. Povod M. H., Khrankova O. M. Fattening productivity of hybrid young pigs of domestic and foreign origin. *Visnyk Sumskoho NAU*. 2017. Issue 7 (33). P. 226–232.

22. Povod M. H., Khrankova O. M. Reproductive ability of sows of foreign selection in the conditions of intensive technology. *Visnyk Sumskoho NAU*. 2017. Issue 5/2 (32). P. 119–123.

23. Prokopenko O. V. Efficiency of different breeds of pigs in the conditions of South-eastern Ukraine. *Visnyk Poltavskoho derzhavnogo silskohospo-darskoho instytutu*. 2000. No 1. P. 85–86.

24. Pundyk V. P., Tesak G. V. Monitoring of the existing pig population in the Forest-Steppe zone of the Western region and the development of a system of interbreeding. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2022. Issue. 72 (1). P. 145–160.

25. Rybalko V. P., Burkat V. P.

- розроблення системи міжпородного схрещування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72 (1). С. 145–160. DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-10.
25. Рибалко В. П., Буркат В. П. Селекція та гібридизація у свинарстві. Київ, 1996. 143 с.
26. Самохвал І. О., Небилиця М. С. Ефективність схрещування різних генотипів в умовах товарного свинарства. *Методи створення порід і використання сільськогосподарських тварин*. Харків, 1998. С. 175–176.
27. Стрижак Т. А. Продуктивність та м'ясні якості свиней вітчизняних і імпортованих генотипів за різних методів розведення в умовах промислової технології : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН. Полтава, 2010. 20 с.
28. Церенюк О. М., Акімов О. В., Нагорний С. А. Виробництво свинини на основі породно-лінійної гібридизації. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2012. № 120. С. 193–195.
29. Церенюк О. М. Методологія визначення ефекту гетерозису в свинарстві. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2018. № 119. С. 173–184.
30. Церенюк О. М. Розрахунок генетичного потенціалу продуктивності в свинарстві. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2020. № 123. С. 194–204.
31. Шаферівський Б. С. Продуктивність кнурів спеціалізованих м'ясних порід зарубіжного походження. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. Т. 2. С. 140–146.
32. Яременко В. І., Пелих Н. Л. Використання вітчизняних порід свиней в різних варіантах схрещування та гібридизації. *Таврійський науковий вісник*. 1999. Вип. 11, ч. І. С. 101–104.
33. Bereskin B., Hetzer H. Genetic and maternal effects on pig weights, growth and probe back fat in diallel crosses of high- and low-fat lines of swine. *J. Anim. Sci.* 1986. Vol. 63. No. 2. P. 395–408.
34. Boar management and semen Breeding and hybridization in pig breeding. Kyiv, 1996. 143 p.
26. Samokhval I. O., Nebylytsia M. S. The effectiveness of crossing different genotypes in commercial pig farming. *Metody stvorennia porid i vykorystannia silskohospodarskykh tvaryn. Kharkiv*, 1998. P. 175–176.
27. Stryzhak T. A. Productivity and meat qualities of pigs of domestic and imported genotypes by different methods of breeding in the conditions of industrial technology : avtoref. dys. kand. s.-h. nauk : 06.02.01 “Rozvedennia ta selektsiia tvaryn”. Poltava : Instytut svynarstva i ahropromyslovoho vyrobnytstva NAAN, 2010. 20 p.
28. Tsereniuk O. M., Akimov O. V., Nahorni S. A. Pork production based on breed-linear hybridization. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN*. 2012. No 120. P. 193–195.
29. Tsereniuk O. M. Methodology for determining the effect of heterosis in pig breeding. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN*. 2018. No 119. P. 173–184.
30. Tsereniuk O. M. Calculation of genetic productivity potential in pig breeding. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN*. 2020. No 123. P. 194–204.
31. Shaferivskiy B. S. Productivity of boars of specialized meat breeds of foreign origin. *Visnyk aharnoi nauky Prychornomor'ia*. 2015. Vol. 2. Issue. 2. P. 140–146.
32. Yaremenko V. I., Pelykh N. L. The use of domestic breeds of pigs in different variants of crossbreeding and hybridization. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. 1999. Issue 11. Part. I. P. 101–104.
33. Bereskin B., Hetzer H. Genetic and maternal effects on pig weights, growth and probe back fat in diallel crosses of high- and low-fat lines of swine. *J. Anim. Sci.* 1986. Vol. 63. No 2. P. 395–408.
34. Boar management and semen handling factors affect the quality of boar extended semen / A. L. Rodriguez et al. *Porcine Health Management*. 2017. Vol. 3 (1). P. 224–238.
35. Carlson J. L. A comparison of several crossbreeding systems and the

handling factors affect the quality of boar extended semen / A. L. Rodriguez et al. *Porcine Health Management*. 2017. Vol. 3 (1). P. 224–238.

35. Carmon J. L. A comparison of several crossbreeding systems and the prediction of crossbred performance. *Ga. Agric. Expt. Sta. Tech. Bul.* 1960. No. 19. P. 225–231.

prediction of crossbred performance. *Ga. Agric. Expt. Sta. Tech. Bul.* 1960. No 19. P. 225–231.

Отримано 03 березня 2023 р.

Погоджено до друку 14 березня 2023 р.

Наукове видання

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ  
ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО**

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1967 р.

Випуск 73

Частина 1

Реєстраційне свідоцтво

№ 24025-13865 Р

від 05.07.2019.

За достовірність поданих матеріалів відповідальність несуть автори.  
Статті друкуються в авторській редакції з мінімальною технічною правкою.

Переклад *А. В. Шелевач*

Формат 30x42/4. Умовн. друк. арк. 11,78. Тираж 100 прим.

Видавець і виготовлювач

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів  
видавничої продукції ДК № 7457 від 28.09.2021 р.

[inagrokarpat@isgkr.com.ua](mailto:inagrokarpat@isgkr.com.ua)

[www.isgkr.com.ua](http://www.isgkr.com.ua)





