

**ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

УДК 631.636

ISSN 0130-8521
e- ISSN 2786-5231

Ідентифікатор
в Реєстрі суб'єктів у сфері медіа
R30-01974

*Рекомендовано до друку
вченою радою Інституту
сіського господарства
Карпатського регіону НААН,
протокол № 6
від 3 червня 2025 р.*

*Реєстраційне свідоцтво
№ 24025-13865 р.
від 05.07.2019.*

*Редактор М. М. Кахнич
Верстка О. Я. Полудіх
Переклад А. В. Шелевач*

*Видавець і виготовлювач
Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине
Львівського р-ну Львівської обл.,
81115*

*Формат 70×108 1/16.
Умовн. друк. арк. 13,53.
Тираж 100 прим.*

*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
www.isgkr.com.ua*



Міжвідомчий тематичний науковий збірник

ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО

Заснований у 1967 р.

Випуск 77 • Частина 2 • 2025



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

Редакційна колегія:

- Стасів О. Ф.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, відповідальний редактор
- Коник Г. С.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, заступник відповідального редактора
- Влізло В. В.**, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, Україна, заступник відповідального редактора
- Панахид Г. Я.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, відповідальний секретар
- Байструк-Глодан Л. З.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Вагринович О. В.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Вовк С. О.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Волощук І. С.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Волощук О. П.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Кемесіте В.**, Інститут сільського господарства, Литовський науково-дослідний центр сільського та лісового господарства, Литва
- Мароунек М.**, Інститут тваринництва, Чеська республіка
- Оліфір Ю. М.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Партика Т. В.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Пілярчик Б.**, Західнопоморський технологічний університет в м. Щецін, Республіка Польща
- Рутковська Б.**, Варшавський університет природничих наук, Республіка Польща
- Седіло Г. М.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Хойніцкий Ю.**, Варшавський університет природничих наук, Республіка Польща
- Чернявська-Пятковська Є.** Західнопоморський технологічний університет в м. Щецін, Республіка Польща

За достовірність поданих матеріалів відповідальність несуть автори.
Статті друкуються в авторській редакції з мінімальною технічною правкою

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

UDK 631.636

ISSN 0130-8521
e- ISSN 2786-5231

Identifier
in the Register of Media Entities
R30-01974

*Recommended for publication
by the Academic Council
of Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS,
Protocol № 6 of June 3, 2025*

*Registration certificate
№ 24025-13865
dated 05.07.2019*

*Editor M. M. Kakhnych
Layout by O. Ya. Polulikh
Translation by A. V. Shelevach*

*Publisher and manufacturer
Institute of Agriculture of the
Carpathian Region of NAAS,
81115, Hrushevskoho Street, 5,
Obroshyne village, Lviv district,
Lviv region*

*Format 70×108 1/16.
Conventional printed sheets
number 13,53.
Pressrun 100 copies.*

*Certificate of entry of a publishing
entity to the State Register of
Publishers, Manufacturers and
Distributors of Publishing Products DK
No 7457 dated 28.09.2021
inagrokarpat@isgkr.com.ua
www.isgkr.com.ua*



Interdepartmental thematic scientific collection

FOOTHILL AND MOUNTAIN AGRICULTURE AND STOCKBREEDING

Since 1967

Volume 77 • Issue 2 • 2025



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

Editorial board:

- Stasiv O. F.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, editor-in-chief
- Konyk H. S.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, deputy editor-in-chief
- Vlizlo V. V.**, Lviv National Stepan Gzhytsky University of Veterinary Medicine and Biotechnology, Ukraine, deputy editor-in-chief
- Panakhyd H. Ya.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, executive secretary
- Baistruk-Hlodan L. Z.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Vavrynovych O. V.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Vovk S. O.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Voloshchuk I. S.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Voloshchuk O. P.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Kemešytė V.**, Institute of Agriculture, Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Lithuania
- Marounek M.**, Institute of Animal Science, Czech Republic
- Olifir Yu. M.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Partyka T.** Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Pilyarchik B.**, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland
- Rutkowska B.**, Warsaw University of Life Sciences, Republic of Poland
- Sedilo H. M.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Chojnicki J.**, Warsaw University of Life Sciences, Republic of Poland
- Czerniawska-Piątkowska E.**, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland

The authors are responsible for the accuracy of the materials presented.
Articles are published in the author's version with minimal technical editing

© Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS, 2025

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

<i>Король В. А.</i> Ефективність різних варіантів системи живлення щодо впливу на целюлозолітичну активність ґрунту та накопичення урожайності картоплі.....	7	<i>Korol V. A.</i> Efficiency of different options of the nutrition system concerning the influence on the cellulolytic activity of the soil and the accumulation of potato yield
<i>Баранський Д. В., Гнатів П. С., Іванюк В. Я., Гаськевич О. В.</i> Вплив удобрення соняшника на динаміку елементів живлення у ґрунті та рослинах в умовах Західного Лісостепу.....	15	<i>Baranskyi D. V., Hnativ P. S., Ivaniuk V. Ya., Haskevych O. V.</i> Influence of sunflower fertilization on the dynamics of nutrients in soil and plants in the Western Forest-Step zone
<i>Бегей С. С., Карасевич Н. В., Марцінко Т. І.</i> Формування екологічно стійких агроландшафтів на ерозійно небезпечних землях.....	31	<i>Behei S. S., Karasevych N. V., Martsinko T. I.</i> Formation of ecologically sustainable agrolandscapes on erosion-prone lands
<i>Біловус Г. Я., Лісова Ю. А., Марухняк Г. І., Ващишин О. А.</i> Стійкість сортозразків ячменю ярого до ураження листовими грибними хворобами в умовах Західного Лісостепу.....	40	<i>Bilovus H. Ya., Lisova Yu. A., Marukhniak H. I., Vashchyshyn O. A.</i> Resistance of spring barley varieties to the leaf fungal diseases in the conditions of the Western Forest-Steppe
<i>Бугрин Л. М., Партика Т. В., Бугрин О. М., Пукало Д. Л.</i> Динаміка ботанічного складу багаторічних лучних агрофітоценозів за органічного виробництва кормової сировини.....	53	<i>Buhryn L. M., Partyka T. V., Buhryn O. M., Pukalo D. L.</i> Dynamics of the botanical composition of perennial meadow agrophytocenoses under organic forage raw material production
<i>Коник Г. С., Стасів О. О.</i> Формування фотосинтетичного потенціалу сортів сої в умовах Західного Лісостепу.....	64	<i>Konyk H. S., Stasiv O. O.</i> Formation of photosynthetic potential of soybean varieties in the conditions of the Western Forest-Steppe
<i>Мізерник Д. В.</i> Вплив технологій вирощування на формування азотфіксуючого потенціалу сортів сої.....	73	<i>Mizernyk D. V.</i> Influence of cultivation technologies on the formation of nitrogen-fixing potential of soybean varieties

<i>Перегрим О. Р., Коник Г. С.</i> Вивчення та оцінка вихідного матеріалу для селекції тимофіївки лучної за комплексом господарсько цінних ознак.....	85	<i>Perehrym O. R., Konyk H. S.</i> Study and evaluation of the source material for the breeding of timothy-grass by the complex of economically valuable traits
<i>Сіроштан А. А., Кавунець В. П., Займа О. А., Гуменюк О. В., Дергачов О. Л.</i> Яровизаційна потреба сортів пшениці м'якої озимої.....	99	<i>Siroshstan A. A., Kavunets V. P., Zaima O. A., Humeniuk O. V., Derhachov O. L.</i> The vernalization requirement of bread varieties of winter wheat
<i>Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф., Беген Л. Л., Шувар А. М.</i> Вплив елементів технології вирощування на врожайність та вміст волокна у рослинах льону-довгунцю.....	107	<i>Tkachenko L. Yu., Rudavska N. M., Tymchyshyn O. F., Behen L. L., Shuvar A. M.</i> Influence of elements of cultivation technology elements on the yield and fiber content of <i>Linum usitatissimum</i> plants
<i>Трембіцька О. І., Столяр С. Г.</i> Агrometeorологічні чинники як детермінанти якості зерна спельти озимої в Поліссі України.....	115	<i>Trembitska O. I., Stoliar S. H.</i> Agrometeorological factors as determinants of winter spelt grain quality in Polissia of Ukraine
<i>Тромсюк В. Д., Бортновський В. М.</i> Оцінка вихідного матеріалу тритикале озимого за стійкістю до збудників листових хвороб.....	125	<i>Tromsiuk V. D., Bortnovskyi V. M.</i> Evaluation of winter triticale source material for resistance to leaf pathogens
ТВАРИННИЦТВО		STOCKBREEDING
<i>Вовк С. О., Седіло Г. М., Петришин М. А., Польовий І. В., Бальковський О. В.</i> Метаболічна активність мікробіоти рубця та інтенсивність росту молодняка овець за аліментарної дії дріжджових біодобавок.....	137	<i>Vovk S. O., Sedilo H. M., Petryshyn M. A., Polovyi I. V., Balkovskyi O. V.</i> Metabolic activity of rumen microbiota and growth intensity of young sheep under the dietary influence of yeast supplements
<i>Даньків В. Я., Петришин М. А., Павлишак Я. Я., Федак Н. М.</i> Продуктивне довголіття корів симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи залежно від спадкових факторів.....	146	<i>Dankiv V. YA., Petryshyn M. A., Pavlyshak YA. YA., Fedak N. M.</i> Productive longevity of simmental combined (milk-meat) breed cows depends on hereditary factors

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-1

Review

UDC 631.527:635.21

EFFICIENCY OF DIFFERENT OPTIONS OF THE NUTRITION SYSTEM CONCERNING THE INFLUENCE ON THE CELLULOLYTIC ACTIVITY OF THE SOIL AND THE ACCUMULATION OF POTATO YIELD**V. A. Korol**

Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS
*Hrushevskoho Street, 5,
Obroshyne village, Lviv District,
Lviv Region, 81115*

About author:

Volodymyr KOROL
ORCID: 0000-0003-1837-4206

For correspondence:

Volodymyr KOROL
e-mail:
volodymyr.korol.20@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:
January 30, 2025
Accepted:
April 22, 2025

The results of studies of the influence of individual elements of the potato fertilization system of different maturity groups on the cellulolytic activity of grey forestal surface-gleyed coarse-silty light loamy soils on loess-like parent material are presented. It was established that the decomposition of flax fabric depends on the content of available Nitrogen, Phosphorus, Potassium and other trace elements in the soil. The rate of the decomposition process makes it possible to determine the general indicator of the microbiological activity of organisms in the soil. This indicates the participation of all transforming microorganisms in the decomposition processes. Cellulose, as a polysaccharide, leads to the formation of simple sugars during decomposition processes, which serve as the primary source of carbon in the environment. Cellulose chains, connected by hydrogen bonds, contain 44.4 % Carbon, 6.17 % Hydrogen and 49.4 % Oxygen. Cellulolytic organisms provide Carbon sources to increase soil fertility and maintain nutrient balance by accelerating residue decomposition processes. The lowest cellulolytic activity of flax decomposition was observed in the control variant, i.e., without using any fertilizers. It amounted to 46.2 and 49.8 %, respectively, for the early-ripening potato variety Slauta and the mid-ripening variety Lehenda. The most intensive decomposition of flax occurred in variants with the application of dry granulated chicken manure (0.5 t/ha) and biohumus fertilizer (4.0 t/ha). Accordingly, in the Slauta potato variety, these indicators were 70.4 and 71.5 % and exceeded the control variant by 22.4 and 23.8 %. For the mid-ripening potato variety Legend, when applying the above fertilizers, the excess over the control variant was 21.3 and 24.1 % and amounted to 71.2 and 73.9 % of cellulolytic activity, respectively.

Keywords: potato, fertilization, cellulolytic activity, microorganisms, organic fertilizers.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

© Korol V. A., 2025

Ефективність різних варіантів системи живлення щодо впливу на целюлозолітичну активність ґрунту та накопичення урожайності картоплі

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про автора:

Володимир КОРОЛЬ,
аспірант
ORCID: 0000-0003-1837-4206

Для листування:

Володимир КОРОЛЬ
e-mail:
volodymyr.korol.20@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

30 січня 2025 р.
Погоджено до друку:
22 квітня 2025 р.

Наведено результати досліджень впливу окремих елементів системи удобрення картоплі різних груп стиглості на целюлозолітичну активність сірих лісових поверхневооглеєних крупнопилувато-легкосуглинкових ґрунтів на лесоподібних відкладах. Встановлено, що розкладання лляної тканини залежить від вмісту в ґрунті доступних форм азоту, фосфору і калію та інших мікроелементів. За швидкістю процесу розкладання можливе визначення загального показника мікробіологічної діяльності організмів у ґрунті і це свідчить про участь усіх мікроорганізмів-трансформерів у процесах розкладання. Целюлоза, як полісахарид за процесів розкладання призводить до утворення простих цукрів, що служать первинним джерелом вуглецю в навколишньому середовищі. Целюлозні ланцюги, що з'єднані водневими зв'язками містять 44,4 % вуглецю 6,17 % водню та 49,4 % кисню. Целюлозолітичні організми забезпечують постачання джерел вуглецю задля підвищення родючості ґрунтів та підтримки балансу поживних речовин через пришвидшення процесів розкладання залишків. Целюлозоруйнуюча активність розкладання лляного полотна за найнижчих показників відмічалась на контрольному варіанті, тобто без застосування будь-яких добрив і становила 46,2 та 49,8 % відповідно ранньостиглого сорту картоплі Слаута та середньостиглого сорту Легенда. Найбільш інтенсивне розкладання лляного полотна відбувалося на варіантах з внесенням сухого гранульованого курячого посліду (0,5 т/га) та добрива біогумус (4,0 т/га). Відповідно у сорту картоплі Слаута ці показники склали 70,4 та 71,5 % та перевищили контрольний варіант на 22,4 та 23,8 %. Для середньостиглого сорту картоплі Легенда за внесення вище наведених доз добрив перевищення контрольного варіанту було на 21,3 та 24,1 відсотка і відповідно складало 71,2 та 73,9 відсотка целюлозоруйнуючої активності.

Ключові слова: картопля, удобрення, целюлозоруйнуюча активність, мікроорганізми, органічні добрива.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

Introduction. Organic farming is based on the sustainable replenishment of soils with organic matter through the introduction and use of green manure crops, organic fertilizers, crop by-products and root residues since organic matter is the source of energy for soil microbiota nutrition. The latter transforms organic matter into humus substances and creates conditions most conducive to the fixation of atmospheric nitrogen by nodule bacteria. These processes contribute to improving the activity of beneficial microflora in the soil and increase the mobilization of hard-to-reach forms of phosphorus [1].

The biological activity of the soil can be characterized by the amount of flax tissue decomposed by microorganisms during the potato growing season under different fertilization options in the soil layer where the mother tubers are located, along with most of the applied fertilizers.

The activity of cellulolytic microorganisms in the soil depends on many factors, namely the temperature and pH of the soil solution, soil structure, the chemical and qualitative composition of organic residues and fertilizers applied, and their distribution along the profile. These aspects enable the use

of cellulolytic activity to assess biological indicators of the soil when using various types of mineral and organic fertilizers [13, 21].

The decomposition of fibre, namely flax tissue, depends on the content of nitrogen, phosphorus, potassium and other essential trace elements in the soil, and therefore, its decomposition rate can determine the overall biological activity of microorganisms in the soil. This indicator can also reflect the level of general microbiological activity since all microorganisms that transform organic compounds participate in the decomposition process [5, 11].

Organic matter and soil enzymatic activity directly affect fertility. The dominant component of soil organic matter, plant residues and organic fertilizers is cellulose, which is one of the main links in the chain of transformation of organic compounds in the soil. Cellulase is an enzyme that catalyzes the hydrolysis of beta (1,4)-glycosidic bonds with the formation of glucose or cellobiose, i.e. it splits the cellulose molecule into monosaccharides.

The enzyme is well studied, but it continues to attract interest because cellulase and the microorganisms that synthesize it play a significant role in the carbon cycle, namely the release of CO₂ into the atmosphere. Therefore, cellulase activity is studied by different methods in different soils and under different conditions, and since cellulase directly affects the rate of decomposition of plant residues, studying the activity of this enzyme is a priority task when researching the biological activity of soils of agrocenoses [10, 16, 24].

Cellulose is a polysaccharide with the formula (C₆H₅O₁₀)_n, where n varies from 500 to 5000, depending on the polymer's origin. It consists of a linear chain of several hundred to more than ten thousand β (1→4) linked D-glucose units. Cellulose chains, connected by hydrogen bonds and Van der Waals forces, form fibrils and mainly contain Carbon (44.44 %), Hydrogen (6.17 %) and Oxygen (49.39 %) [24].

Decomposition leads to the formation of simple sugars, which are used by the soil

edaphon as the primary carbon source in the environment. Microorganisms that produce cellulase enzyme complex possess the ability to decompose cellulose. Cellulolytic enzymes, called cellulases, are enzymes that hydrolyze cellulose, thus forming water and soluble sugar [22, 23].

Fungi are well-known agents in decomposition of organic matter in general and cellulose substrate in particular [17]. There are many reports of the production of fungal cellulase, but only a few of them have proven high activity [5]. Under aerobic conditions, cellulose is decomposed by fungi such as *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* and *Rhizopus* [19, 25, 28]. The most active producers of cellulolytic enzymes were *Aspergillus terreus* and *Aspergillus niger* [15].

After the initial loosening of the material, further transformations are carried out by, among others, the following bacterial species: *Cellulomonas*, *Streptomyces* and *Micromonospora* [13, 14, 20].

The cellulolytic properties of some bacterial genera, such as *Cellvibrio*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Sporocytophaga* and species such as *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus amylolyticus*, *Pseudomonas fluorescens* and *Serratia marcescens* have also been reported [12, 18].

The product of the decomposition is cellobiose and even glucose; coloured compounds are often produced with uronic acids and proteins. Under anaerobic conditions, cellulose is degraded by bacteria of the genus *Clostridium*. However, methanogenic archaea are involved in cellulose degradation in environments where oxygen access is difficult.

Cellulolytic microorganisms provide carbon sources to increase soil fertility and maintain nutrient balance in the ecological system by decomposing cellulose residues.

The study aims to analyze the impact of different fertilizers on the cellulose-destructive activity of soil and potato yield, particularly to assess the effectiveness of organic and mineral fertilizers of varying composition and their combinations.

Materials and methods. The study was carried out on the fields of a four-field crop rotation at the Department of Crop Breeding of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of the National Academy of Sciences of Ukraine, in Obroshyne village, Lviv district, Lviv region. Winter grains were sown as a preceding crop for potatoes with post-harvest sowing of green manure crops.

Mineral fertilizers were applied in the form of nitroammophoska ($N_{16}P_{16}K_{16}$); potassium magnesia ($K_{28}Mg_8S_{15}$) was used to balance the deficiency of Potassium and Magnesium.

The soils used in the experiment were grey forestal surface-gleyed coarse-silty light loamy on loess-like parent material. They are heterogeneous in terms of their mechanical composition, and their moisture regime largely depends on this factor. The upper horizons have higher moisture level compared to the lower ones. For this reason, soils in rainy seasons or years with much precipitation are subject to excessive moisture and gleying. In dry years, they are sufficiently provided with productive moisture. In addition, gleying is also significantly influenced by groundwater, the depth of which is within 1.3–1.5 m.

Based on the agrochemical analyses conducted, it was found that the experimental soils were low in humus (1.58–1.67 %), have an acidic reaction of the soil solution (pH 4.80–5.17), the sum of absorbed bases was 6.20–7.22, the hydrolytic acidity was 2.87–3.29 mg-eq per 100 g of soil.

The scheme of the experiment included the following options: control without fertilizers; manure (40 t/ha) with the addition of the recommended dose of mineral fertilizers ($N_{90}P_{90}K_{120}$); recommended dose of mineral fertilizers ($N_{90}P_{90}K_{120}$); manure (40 t/ha); dry granulated chicken manure (0.5 t/ha), Biohumus fertilizer (4.0 t/ha) and Bioactive fertilizer (8.0 t/ha), which were applied locally.

The research was conducted using methodological approaches used in international practice and met the standards of the State Standards of Ukraine and the requirements of ISO 17025. The experiment

design, plot size and replication methods were guided by: “Potato Growing: Research Methodology”, “Methodology for Evaluating Potato Varieties for Resistance to Major Pests and Diseases”, “Methodology of Scientific Research in Agronomy”, “Fundamentals of Scientific Research”, “Potato Growing: A Manual”, “Methodological Recommendations for Conducting Research with Potatoes” and “Methodological Guidelines for Implementing the Requirements of the Global G.A.P. Standard in Potato Growing. USAID Project “Support to Agrarian and Rural Development” [2–4, 6–9, 11–14, 16].

Results and discussion. Based on the obtained in the research data and statistical processing ($HIP_{05} = 0.33–0.45$; $HIP_{05} = 0.52–0.40$) by comparing the reliability of deviations between the variants of the experiment and their interaction, it can be concluded that the cellulolytic activity of grey forestal surface-gleyed soil varied depending on the type of fertilizer studied in the research. The lowest cellulolytic activity was noted in the control variant without fertilizers. It amounted to 46.2 and 49.8 % for the early-ripening potato variety Slauta and the mid-ripening variety Lehenda, respectively (Table 1).

The application of organo-mineral fertilizers in the recommended dose for the Western Forest-Steppe (40 t/ha of manure and $N_{90}P_{90}K_{120}$) led to an intensification of microbiological and biochemical processes in the soil, which in turn contributed to the active action of cellulose-degrading microorganisms. In this variant, the decomposition of linen fabric was quite intensive. For the early-ripening variety Slauta the decomposition rate was 59.9 %, and for the mid-ripening Lehenda it reached 70.4, exceeding control by 12.3 and 20.6 %, respectively.

The most intensive decomposition of linen fabric occurred in variants with dry granulated chicken manure (0.5 t/ha) and biohumus fertilizer (4.0 t/ha). For the potato variety Slauta, the decomposition rates were 70.7 and 70.1 % and exceeded the control variant by 22.4 and 23.8 %.

1. The influence of elements of the fertilizer system on the intensity of flax linen decomposition during the cultivation of potatoes of different maturity groups, %*

Research options	Year of research		Average of 2023–2024
	2023	2024	
v. Slauta			
Without fertilizer (control)	49.6	42.9	46.2
Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	70.8	50.2	60.5
Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	54.6	58.7	56.6
Manure, 40 т/га	67.8	66.5	67.1
Granulated chicken manure, 0.5 t/ha	70.7	70.1	70.4
Biohumus, 4.0 t/ha (locally)	72.1	70.9	71.5
Bioactive, 8.0 t/ha (locally)	56.8	57.5	57.1
HIP ₀₅	0.33	0.45	0.33–0.45
v. Lehenda			
Without fertilizer (control)	50.1	49.5	49.8
Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	71.2	70.3	70.7
Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	55.0	56.4	55.7
Manure, 40 т/га	68.0	67.3	67.6
Granulated chicken manure, 0.5 t/ha	70.9	71.5	71.2
Biohumus, 4.0 t/ha (locally)	73.8	74.1	73.9
Bioactive, 8.0 t/ha (locally)	58.0	57.3	57.6
HIP ₀₅	0.52	0.40	0.52–0.40

*Note: Exposure time 30 days.

For the mid-ripening potato variety Legend, the application of these fertilizers resulted in 21.3 and 23.8 % higher decomposition rate than the control, with overall cellulose-degrading activity reaching 70.9 and 71.5 %.

Analysis of potato yield on the 70th day after planting in the variant without fertilizers (control) in the Slauta variety with an average

weight of tubers per bush of 0.350 kg, the yield was 19.3 t/ha, respectively, for the Lehenda variety, the yield indicator was 18.9 t/ha with a tuber weight of 0.343 kg. It should be noted that compared to the yield on the 60th day, relative to the Slauta variety, it slightly decreased by 1.9 t/ha, and relative to the Lehenda variety, it increased by 0.5 t/ha (Table 2).

2. Potato yield on the 70th day after planting depending on the dose of applied fertilizers on average for the years of the study (2023–2024)

Variants of the experiment	Slauta		Lehenda	
	weight of tubers, kg	yield, t/ha	weight of tubers, kg	yield, t/ha
Without fertilizers (control)	0.350	19.3	0.343	18.9
Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0.577	31.7	0.423	23.2
Recommended dose of fertilizers N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0.350	19.2	0.334	18.4
Manure, 40 t/ha	0.690	38.0	0.436	24.0
Granulated chicken manure, 0.5 t/ha	0.560	30.8	0.483	26.7
Biohumus, 4.0 t/ha (locally)	0.467	25.6	0.523	28.8
Bioactive, 8.0 t/ha (locally)	0.415	22.8	0.347	19.1
HIP ₀₅		6.8–7.4		11.4–12.0

In the variant applying the recommended dose of fertilizers (manure + N₉₀P₉₀K₁₂₀) for the Slauta variety, the tuber weight and yield indicators were 0.557 kg and 31.7 t/ha. They were higher than during the first dynamic digging by 0.034 kg and 1.9 t/ha. Accordingly, in the Lehenda variety, the tuber weight was 0.423 kg, and the yield was 23.2 t/ha, which remained at the same level as on the 60th day of vegetation.

By conducting dynamic digging on the 70th day, it was established that the highest yield rate in the Slauta variety was observed when 40 t/ha of manure was applied and amounted to 38.0 t/ha. However, it was also relatively high when granulated chicken manure was applied at a dose of 0.5 t/ha and amounted to 30.8 t/ha of potato tubers.

Accordingly, the highest yield of the Legend variety was observed when applying bio-humus fertilizer, which amounted to 28.8 t/ha. However, it was also relatively high

when fertilizing with granulated chicken manure (0.5 t/ha) – 26.8 t/ha with a tuber weight of one bush of 0.523 kg.

In all other variants of the experiment with the Slauta variety, with different doses of fertilizers, the weight of tubers ranged from 0.350 to 0.467 kg, and the yield was 19.2–25.6 t/ha. Accordingly, for the Lehenda variety, the weight of tubers and yield was from 0.334 to 0.436 kg, and the yield was 18.4–24.0 t/ha.

Conclusions. Changes in the quantity and quality of mineral and organic fertilizers applied to the soil, using a wide range of plant protection products, and intensive tillage of the soil negatively affect microbiological and enzymatic activity. As a result, a significant change in soil forming processes occurs, which in turn is reflected in the content of nutrients and humus.

Список використаної літератури

1. Виробництво та використання органічних добрив : монографія / І. А. Шувар та ін. ; за заг. ред. І. А. Шуvara. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. 596 с.
2. Картоплярство : методика дослідної справи / за ред. А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. 652 с.
3. Картоплярство : навч. посіб. / І. О. Федосій та ін. Київ : ФОП Ямчинський, 2022. 382 с.
4. Картоплярство : селекція / за ред. А. А. Бондарчука, Т. М. Олійник. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 624 с.
5. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. / В. Г. Дідора та ін. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с. http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/3892/1/MNDA_2013_73-86.pdf.
6. Методика наукових досліджень в агрономії / Е. Р. Ермантраут та ін. Біла Церква, 2018. 104 с.
7. Методичні настанови з впровадження вимог стандарту Global g.a.p. у картоплярстві. Проєкт USAID «Підтримка аграрного та сільського розвитку». Київ, 2018. 80 с.
8. Методологія оцінювання сортрозрізків картоплі на стійкість проти основних шкідників і збудників хвороб / С. О. Трибель та ін. ; за наук. ред. С. О. Трибеля і А. А. Бондарчука. Київ : Аграрна наука, 2013. 264 с.
9. Основи наукових досліджень в агрономії : навч. посібник / В. М. Положенець та ін. Житомир ПП «Рута», 2024. 168 с. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/60064>.

References

1. Production and use of organic fertilizers : monograph / I. A. Shuvar et al.; za zah. red. I. A. Shuvara. Ivano-Frankivsk : Symfoniia forte, 2015. 596 p.
2. Potato growing: a method of research / za red. A. A. Bondarchuka, V. A. Koltunova. Vinnytsia : TOV «Tvory», 2019. 652 p.
3. Potato growing: a textbook / I. O. Fedosiy et al. 2022. 382 p.
4. Potato growing : breeding / za red. A. A. Bondarchuka, T. M. Oliinyk. Vinnytsia : TOV «TVORY», 2020. 624 p.
5. Methods of scientific research in agronomy : textbook / V. H. Didora et al. Kyiv : Tsentri uchbovoi literatury, 2013. 264 p. http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/3892/1/MNDA_2013_73-86.pdf
6. Methodology of scientific researches in agronomics / E. R. Ermantraut. Bila Tserkva, 2018. 104 p.
7. The methodical instructions is from introduction of requirements of standard Global of g.a.p. in potato growing. A project of USAID «Support of agrarian and rural development». Kyiv, 2018. 80 p.
8. Methodology of evaluation of potato variety-samples on resistance against basic pests and causative agents of diseases / S. O. Trybel et al.; za nauk. red. S. O. Trybel and A. A. Bondarchuka. Kyiv : Ahrarna nauka, 2013. 264 p.
9. Fundamentals of scientific research in agronomy / V. M. Polozhenets et al. Zhytomyr

10. Activation Energy of Extracellular Enzymes in Soils from Different Biomes / J. M. Steinweg et al. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8 (3): e59943. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.005994>.
11. Dadwal A., Sharma S., Satyanarayan T. Diversity in Cellulose-Degrading Microbes and Their Cellulases: Role in Ecosystem Sustainability and Potential Applications. *Microbial Diversity in Ecosystem Sustainability and Biotechnological Applications (Soil & Agroecosystems)*. Singapore. 2019. Vol. 2. P. 375–402. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8487-5_15.
12. Bhat M. K. Cellulases and related enzymes in biotechnology. *Biotechnol. Advanc.* 2000. Vol. 18 (5). P. 355–383. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14538100/>.
13. Deng S. P., Tabatabai M. A. Cellulase activity of soils. *Soil Bio. Biochem.* 1994. Vol. 26 (10). P. 1347–1354. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003807179490216X>.
14. Effect of different growth parameters on endoglucanase enzyme activity by bacteria isolated from coir retting effluents of estuarine environment / G. Immanuel et al. *Int J. Environ. Sci. Technol.* 2006. Vol. 3 (1). P. 25–34. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03325904>.
15. Isolation, purification and enzymatic activity of cellulase components the fungus *Aspergillus terreus* / S. Y. Mirzaakhmedov et al. *Chem. Nat. Compd.* 2007. Vol. 43 (5). P. 594–597. DOI: 10.1007/s10600-007-0199-6.
16. Krzyśko-Łupicka T., Kręcidło Ł., & Kręcidło M. The Comparison of Cellulolytic Activity of the Modified Soil Treated with Roundup. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*. 2016. Vol. 21 (1–2). P. 133–139. <https://doi.org/10.1515/cdem-2016-0012>.
17. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology / L. R. Lynd et al. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 2002. Vol. 66. P. 506–577. DOI: 10.1128/MMBR.66.3.506-577.2002.
18. Novel substrate specificity of a membrane-bound beta-glycosidase from the hyperthermophilic archaeon *Pyrococcus horikoshii* / I. Matsui et al. *Fed. Europ. Biochem. Soc. Lett.* 2000. Vol. 467. P. 195–200. DOI: 10.1016/S0014-5793(00)01156-X.
19. Nutrient effects on production of cellulolytic enzymes by *Aspergillus niger* / G. Narasimha et al. *Afr. J. Biotechnol.* 2006; Vol. 5 (5). P. 472–476. DOI: 10.5897/AJB05.224.
20. Optimization of cellulase production from bacteria isolated from soil / S. Sethi et al. *Int. Scholarly. Res. Notices Biotechnol.* 2013. DOI: 10.5402/2013/985685.
21. Pavel R., Doyle J., Steinberge Y. Seasonal patterns of cellulase concentration in desert soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 2004. Vol. 36 (3). P. 549–554. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2003.10.024>.
22. Rapa P., Beermann A. Bacterial cellulase. In: Biosynthesis and Biodegradation of Cellulose. *Haigler CH, Weimer PJ, editors*. New York : Marcel Dekker. 1991. P. 535–599.
- PP «Ruta», 2024. 168 p. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/60064>.
10. Activation Energy of Extracellular Enzymes in Soils from Different Biomes / J. M. Steinweg et al. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8 (3): e59943. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.005994>.
11. Dadwal A., Sharma S., Satyanarayan T. Diversity in Cellulose-Degrading Microbes and Their Cellulases: Role in Ecosystem Sustainability and Potential Applications. *Microbial Diversity in Ecosystem Sustainability and Biotechnological Applications (Soil & Agroecosystems)*. Singapore. 2019. Vol. 2. P. 375–402. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8487-5_15.
12. Bhat M. K. Cellulases and related enzymes in biotechnology. *Biotechnol. Advanc.* 2000. Vol. 18 (5). P. 355–383. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14538100/>.
13. Deng S. P., Tabatabai M. A. Cellulase activity of soils. *Soil Bio. Biochem.* 1994. Vol. 26 (10). P. 1347–1354. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003807179490216X>.
14. Effect of different growth parameters on endoglucanase enzyme activity by bacteria isolated from coir retting effluents of estuarine environment / G. Immanuel et al. *Int J. Environ. Sci. Technol.* 2006. Vol. 3 (1). P. 25–34. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03325904>.
15. Isolation, purification and enzymatic activity of cellulase components the fungus *Aspergillus terreus* / S. Y. Mirzaakhmedov et al. *Chem. Nat. Compd.* 2007. Vol. 43 (5). P. 594–597. DOI: 10.1007/s10600-007-0199-6.
16. Krzyśko-Łupicka T., Kręcidło Ł., & Kręcidło M. The Comparison of Cellulolytic Activity of the Modified Soil Treated with Roundup. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*. 2016. Vol. 21 (1–2). P. 133–139. <https://doi.org/10.1515/cdem-2016-0012>.
17. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology / L. R. Lynd et al. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 2002. Vol. 66. P. 506–577. DOI: 10.1128/MMBR.66.3.506-577.2002.
18. Novel substrate specificity of a membrane-bound beta-glycosidase from the hyperthermophilic archaeon *Pyrococcus horikoshii* / I. Matsui et al. *Fed. Europ. Biochem. Soc. Lett.* 2000. Vol. 467. P. 195–200. DOI: 10.1016/S0014-5793(00)01156-X.
19. Nutrient effects on production of cellulolytic enzymes by *Aspergillus niger* / G. Narasimha et al. *Afr. J. Biotechnol.* 2006; Vol. 5 (5). P. 472–476. DOI: 10.5897/AJB05.224.
20. Optimization of cellulase production from bacteria isolated from soil / S. Sethi et al. *Int. Scholarly. Res. Notices Biotechnol.* 2013. DOI: 10.5402/2013/985685.
21. Pavel R., Doyle J., Steinberge Y. Seasonal patterns of cellulase concentration in desert soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 2004. Vol. 36 (3). P. 549–554. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2003.10.024>.

23. Russel S., Górski E. B., Wyczółkowski A. I. Enzymes taking part in hydrolysis of cellulose : monograph. *Acta Agrophysica*. 2005. Vol. 3. P. 27–36. <http://www.old.acta-agrophysica.org/en/monograph.html?stan=detail&paper=518>.
24. Sinegani A. A., Sinegani M. S. Adsorption, immobilization and activity of cellulase in soil: the impacts of maize straw and its humification. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2013. Vol. 56. P. 885–894. DOI: 10.1590/S1516-89132013005000006.
25. Sri Lakshmi A., Narasimha G. Production of cellulases by fungal cultures isolated from forest litter soil. *Ann For Res*. 2012. Vol. 55 (1). P. 85–92. <http://www.editurasilvica.ro/afr/55/1/narasimha.pdf>.
26. The effect of chemical composition on microfibrillar cellulose films from wood pulps: mechanical processing and physical properties / K. L. Spence et al. *Biores. Technol*. 2020. Vol. 101. P. 5961–5968. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.02.104.
27. Updegraff D. M. Semimicro determination of cellulose in biological materials. *Anal. Biochem*. 1969. Vol. 32 (3). P. 420–424. DOI: 10.1016/S0003-2697(69)80009-6.
28. Vries R. P., Visser J. *Aspergillus* enzymes involved in degradation of plant cell wall polysaccharide. *Microbiol. Mol. Biol. Rev*. 2001. Vol. 65 (4). P. 497–522. DOI: 10.1128/MMBR.65.4.497-522.2001.
- Rapa P., Beermann A. Bacterial cellulase. In: Biosynthesis and Biodegradation of Cellulose. *Haigler CH, Weimer PJ, editors*. New York : Marcel Dekker. 1991. P. 535–599.
23. Russel S., Górski E.B., Wyczółkowski A. I. Enzymes taking part in hydrolysis of cellulose : monograph. *Acta Agrophysica*. 2005. Vol. 3. P. 27–36. <http://www.old.acta-agrophysica.org/en/monograph.html?stan=detail&paper=518>.
24. Sinegani A. A., Sinegani M. S. Adsorption, immobilization and activity of cellulase in soil: the impacts of maize straw and its humification. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2013. Vol. 56. P. 885–894. DOI: 10.1590/S1516-89132013005000006.
25. Sri Lakshmi A., Narasimha G. Production of cellulases by fungal cultures isolated from forest litter soil. *Ann For Res*. 2012. Vol. 55 (1). P. 85–92. <http://www.editurasilvica.ro/afr/55/1/narasimha.pdf>.
26. The effect of chemical composition on microfibrillar cellulose films from wood pulps: mechanical processing and physical properties / K. L. Spence et al. *Biores. Technol*. 2020. Vol. 101. P. 5961–5968. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.02.104.
27. Updegraff D. M. Semimicro determination of cellulose in biological materials. *Anal. Biochem*. 1969. Vol. 32 (3). P. 420–424. DOI: 10.1016/S0003-2697(69)80009-6.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-2

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.85:631.81(1-15)(292.485)

**ВПЛИВ УДОБРЕННЯ СОНЯШНИКА
НА ДИНАМІКУ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У ҐРУНТІ ТА РОСЛИНАХ
В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ****Д. В. Баранський¹, П. С. Гнатів², В. Я. Іванюк¹, О. В. Гаськевич¹**

¹Львівський національний
університет ветеринарної медицини
та біотехнологій
імені С. З. Гжицького
вул. В. Великого, 1, Дубляни,
Львівська обл., 80381

²Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів

Дмитро БАРАНСЬКИЙ,
здобувач РВО «Доктор філософії»
ORCID: 0000-0003-0868-6716

Петро ГНАТІВ,
доктор біологічних наук
ORCID: 0000-0003-2519-3235

Віктор ІВАНЮК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6885-9212

Оксана ГАСЬКЕВИЧ,
кандидат географічних наук
ORCID: 0000-0002-4354-3860

Для листування:

Дмитро БАРАНСЬКИЙ
e-mail: dmytrotom916@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:
13 травня 2025 р.
Погоджено до друку:
30 травня 2025 р.

У геоморфологічному районі Пасмового Побужжя досліджено вплив норм і форм мінеральних добрив для оптимізації живлення соняшника основними елементами: азотом, фосфором і калієм. У фазі цвітіння критично важливе їх достатнє надходження для формування генеративних органів, запилення та наливу зерна. Особлива увага нами приділена щодо вивчення динаміки ресурсів легкогідролізного азоту, рухомих фосфатів та обмінного калію у темно-сірому опідзоленому ґрунті під культурою. Доведено, що комплексне застосування нітроамофоски та мікрогранульованих добрив значно покращує поживний режим ґрунту, сприяючи кращому засвоєнню азоту, фосфору і калію рослинами. З'ясовано, що за такого підходу у листках соняшника фіксується максимальний вміст азоту (4,16 %), фосфору (1,17 %) та калію (4,77 %). Це позитивно вплинуло на фізіологічний стан соняшника та його потенційну продуктивність. Контрольні варіанти, де добрива не вносили, демонструють найнижчі показники засвоєння макроелементів, що свідчить про необхідність внесення мінеральних добрив для отримання планового врожаю. Дослідження дозволяє зробити висновок про важливість збалансованого внесення добрив, для того, щоб у фазі цвітіння рослини мали достатній ресурс для реалізації потенціалу культури: найвищого врожаю та формування якісного зерна.

Ключові слова: мікрогранульоване добриво, ґрунт, азот, фосфор, калій, мінеральне удобрення, урожайність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Баранський Д. В., Гнатів П. С., Іванюк В. Я., Гаськевич О. В., 2025

Influence of sunflower fertilization on the dynamics of nutrients in soil and plants in the Western Forest-Step zone

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Lviv, V. Velykoho street, 1, Dubliany, Lviv region, 80381

²Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Hrushevskoho Street, 5, Obroshyne village, Lviv District, Lviv Region, 81115

About authors:

Dmytro BARANSKYI
ORCID: 0000-0003-0868-6716

Petro HNATIV
ORCID: 0000-0003-2519-3235

Viktor IVANIUK
ORCID: 0000-0002-6885-9212

Oksana HASKEYVYCH
ORCID: 0000-0002-4354-3860

For corresponding:

Dmytro BARANSKYI
e-mail: dmytrotom916@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Science of Ukraine

Received:
May 13, 2025
Accepted:
May 30, 2025

In the geomorphological region of the Pasmove Pobuzhzhia, the impact of different rates and forms of mineral fertilizers was studied to optimize sunflower nutrition with key macronutrients: nitrogen, phosphorus, and potassium. During the flowering stage, the adequate supply of these elements is critically important for the formation of generative organs, successful pollination, and seed filling. Particular attention was paid to examining the dynamics of easily hydrolysable nitrogen, available phosphates, and exchangeable potassium in dark gray podzolized soil under sunflower cultivation. It was proven that the combined application of nitroammophoska and microgranular fertilizers significantly improves the soil's nutrient regime, promoting better uptake of nitrogen, phosphorus, and potassium by plants. The findings revealed that under such treatment, sunflower leaves exhibited the highest recorded content of nitrogen (4,1 %), phosphorus (1,17 %), and potassium (4,44 %). This positively affected the physiological state of the plants and their potential productivity. Control plots without fertilizer application showed the lowest macronutrient uptake, confirming the necessity of mineral fertilization to achieve the target yield. The study underscores the importance of balanced fertilizer application to ensure that, during the flowering phase, sunflower plants have sufficient nutrient resources to realize their full genetic potential—achieving maximum yield and high-quality grain formation.

Keywords: microgranulated fertilizer, soil, nitrogen, phosphorus, potassium, mineral fertilizer, yield.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) належить до родини айстрових і є однією з найважливіших олійних рослин у світі. З сім'янок цього виду отримують олію, а побічну продукцію використовують на корм. Збільшення посівних площ соняшнику здебільшого є результатом зміни клімату та економічної ситуації. Однак бракує нової інформації щодо оптимального внесення добрив під соняшник у зоні Лісостепу західного, де він поступово завойовує більші посівні площі в господарствах.

Серед агротехнологічних заходів, що спрямовані на підвищення врожайності, особливе значення має забезпечення рослин необхідними елементами живлення в найбільш критичні фази їхнього розвитку [17, 18, 21, 23]. Живлення рослин відіграє основну роль у процесі формування врожаю та визначає якість аграрної продукції, зокрема соняшнику, на всіх етапах його вегетаційного розвитку. На ранніх етапах росту, соняшник, розвивається досить повільно, що робить цей період критичним для подальшого

формування врожаю. Важливу роль відіграє вологозабезпеченість, вміст елементів живлення та їх доступність для насіння, які забезпечують дружні сходи та подальший розвиток культури [1, 4, 5, 7, 15].

Вирощування соняшнику є економічно вигідним, однак потребує врахування низки технологічних аспектів, обумовлених біологічними характеристиками рослини. Ця культура відзначається високою вимогливістю до родючості ґрунтів, оскільки формує значну біомасу, що супроводжується інтенсивним поглинанням макро- та мікроелементів. Для утворення 1 ц зерна, соняшник споживає близько 6 кг азоту, 2,6 кг фосфору та 18,5 кг калію. Поглинання рослиною поживних елементів залежить від низки чинників, зокрема від термінів і способів внесення добрив, рівня вологи в ґрунті, погодних умов, а також генетичних характеристик сорту або гібриду [6].

Живлення соняшника можна поділити на три основні фази. Перша охоплює період від сходів до формування кошика, коли рослина активно засвоює фосфор, а азот і калій споживаються в помірних кількостях. Друга фаза – від початку формування кошика до цвітіння, коли культура інтенсивно поглинає всі необхідні елементи. Третій етап починається з цвітіння і триває до дозрівання насіння, коли потреба в азоті й фосфорі зменшується, а в калії зростає. Проте питання мінерального живлення соняшника в нових зонах промивного та напівпромивного зволоження, зокрема щодо азоту, фосфору, калію і сірки, ще залишаються недостатньо вивченими [3, 16].

У своїх дослідженнях С. П. Танчик та Л. В. Центило [11] рекомендують варіант внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$, бо використання вищих доз мінеральних добрив у досліді є невиправданим як з екологічної думки, так і з позицій економічної доцільності.

Дослідження О. В. Курач, Л. Я. Лукашук та В. В. Першута [7],

показали, що в умовах Західного Полісся найвищих показників урожайності соняшнику вдається досягти за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{60}K_{120}$.

Потреба в поживних речовинах у соняшника у фазі цвітіння загальновідома [4–6, 18]. У цей період спостерігаємо підвищену потребу в азоті, який забезпечує синтез білків та бере участь у стимулюванні ростових процесів, а також у фосфорі, що сприяє енергетичному обміну та закладанні генеративних органів. Не менш важливим є калій, який регулює водний баланс рослин, покращує транспорт асимілятів до репродуктивних органів та підвищує стійкість до абіотичних стресів, зокрема посухи та високих температур. Дефіцит калію у фазі цвітіння може призвести до зниження тургору клітин, що негативно впливає на стійкість рослин до несприятливих умов та зменшує ефективність транспорту поживних речовин до кошика. Це може спричинити нерівномірний розвиток квіток, що надалі знижує відсоток зав'язі та збільшує кількість пустозерних насінин.

З огляду на високу інтенсивність фізіологічних процесів у фазі цвітіння, внесення мінеральних добрив, які містять оптимальні пропорції азоту, фосфору та калію, є необхідним агротехнічним заходом для забезпечення високої продуктивності культури. Таким чином, фаза цвітіння визначає потенціал майбутнього врожаю, а забезпечення соняшника достатньою кількістю поживних речовин у цей період є запорукою високої продуктивності культури, покращення якісних характеристик насіння та підвищення його олійності [6, 18].

У ході агрохімічних спостережень, реалізованих Н. І. Веогою та ін. [3, 9, 12] у районі Пасмового Побужжя (Західний Лісостеп), було встановлено, що дозоване внесення мінеральних добрив істотно впливає на рівень легкогідролізного азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті при вирощуванні ячменю ярого. За результатами досліджень, при застосуванні норм $N_{60}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ фіксувалося

істотне збільшення вмісту цієї форми азоту в орному шарі ґрунту – на 42–43 мг/кг та 50–55 мг/кг відповідно у порівнянні з контролем. Аналогічні тенденції виявив І. П. Поліщук [12], який у північній частині Лісостепу України встановив, що дворазове внесення мінеральних добрив у співвідношеннях $N_{50}P_{50}K_{100}$ і $N_{20}P_{20}K_{20}$ призводило до підвищення концентрації легкогідролізованого азоту на 20 % у порівнянні з неудобреним варіантом. Результати дослідження проведені В. А. Мазуром, І. М. Дідуром та ін. [15] в умовах дослідного поля ВНАУ, розташованого в с. Агрономічне, показують, що найвищий рівень урожайності було зафіксовано за внесення 180 кг/га азотних добрив. Подальше збільшення норми призводило до надмірного розвитку вегетативної маси, що зміщувало фізіологічний баланс рослин у бік вегетативного, а не генеративного

росту, й, відповідно, не забезпечувало додаткового приросту врожаю.

В районі Пасмового Побужжя Лісостепу Західного досі не проводили ґрунтові дослідження щодо мінерального живлення соняшника, який останніми роками активно розширює свої посівні площі в регіоні.

Мета наших досліджень з'ясувати вплив удобрення із додаванням за різних норм і форм внесення на динаміку вмісту елементів живлення у ґрунті, рослині та їх вплив на продуктивність соняшника.

Матеріали і методи. У 2023–2024 рр. на базі ННЦ ЛНУП (з 01.03.2025 р. ННЦ ЛНУВМБ ім. С. З. Гжицького) було проведено польові дослідження, щодо вивчення форм та норм припосівного внесення добрив під соняшник. Схему досліду подано у таблиці 1.

1. Схема польового досліду з вивчення впливу припосівного удобрення мікрогранульованими добривами на врожай насіння соняшнику

№	Зміст варіанту	Форма добрив (фізична вага, кг/га)	Загальна норма діючої речовини
1	Контроль – без удобрення	–	–
2	Фон – $N_{15}P_{15}K_{15}$	НАФ* (400)	$N_{60}P_{60}K_{60}$
3	Без фону + $N_{10}P_{46} + S_5$	АФ** (22)	$N_{2,2}P_{10,1} + S_{1,1}$
4	Без фону + $N_{10}P_{46} + S_5$	АФ (44)	$N_{4,4}P_{20,2} + S_{2,2}$
5	Без фону + $N_{11}P_{47} + S_5$	МГД*** (20)	$N_{2,2}P_{9,4} + S_1$
6	Без фону + $N_{11}P_{47} + S_5$	МГД (40)	$N_{4,4}P_{18,8} + S_2$
7	Фон + $N_{10}P_{46} + S_5$	НАФ (400) + АФ (22)	$N_{62,2}P_{70,1}K_{60} + S_{1,1}$
8	Фон + $N_{10}P_{46} + S_5$	НАФ (400) + АФ (44)	$N_{64,4}P_{80,2}K_{60} + S_{2,2}$
9	Фон + $N_{11}P_{47} + S_5$	НАФ (400) + МГД (20)	$N_{62,2}P_{69,4}K_{60} + S_1$
10	Фон + $N_{11}P_{47} + S_5$	НАФ (400) + МГД (40)	$N_{64,4}P_{78,8}K_{60} + S_2$

Примітка: *НАФ – нітроамофоска (гранули, до 4 мм) $N_{15}P_{15}K_{15}$ під передпосівну культивування в нормі 400 кг/га згідно схеми досліду;

**АФ – амофос із сіркою (гранули, до 5 мм) $N_{10}P_{46} + S_5$ при сівбі в нормі 22 та 44 кг/га згідно схеми досліду;

***МГД – мікрогранульоване добриво, мікрогранули UltraStart (мікрогранули 0,5–1,5 мм) $N_{11}P_{47} + S_5$ при сівбі в нормі 20 та 40 кг/га згідно схеми досліду.

Соняшник вирощували за традиційною для даної зони технологією. Дослідне поле знаходиться у м. Дубляни геоморфологічному районі Пасмового Побужжя природо-кліматичної зони Західного Лісостепу: N 49 54'14"; E 24 05'10".

За ґрунтово-екологічним районуванням: у зоні Західного Лісостепу,

вологої підзони, зимово-холодно-теплої фації, помірно вологій у першу і достатньо зволоженої у другу частини вегетаційного та добре гумідній у холодний період провінції, рівнинного педооротопу [13].

Облікова ділянка мала площу 20 м². Дослідні ділянки розташовувалися за рандомізованою схемою з триразовим повторенням. Рельєф дослідної ділянки –

рівнина. Структура ґрунту – грудкувата. Ґрунт – темно-сірий лісовий опідзолений легкосуглинковий слабогумусований – Greyic Luvic Phaeozem [13]. Агрохімічний аналіз ґрунту показав вміст гумусу на рівні 2,3 %, низьке забезпечення легкогідролізним азотом (за Корнфілдом) – 115 мг/кг, середній рівень рухомого фосфору – 90 мг/кг та обмінного калію – 100 мг/кг (за Чириковим). Реакція ґрунтового розчину ($pH_{КСІ}$) становила 5,9. Сума ввібраних основ становила 22,0–22,7 ммоль/100 г ґрунту. Польові досліді закладали за традиційною методикою в агрономії, описаною В. О. Єщенком та ін. [11].

Згідно з планом досліджень, перед закладанням досліду, до сівби, у період вегетації, у фазі цвітіння та після збирання урожаю було відібрано ґрунтові зразки з горизонту 0–20 см.

Аналізи проводили в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. Відібрання та підготовка проб ґрунту до аналізів здійснювалися відповідно до вимог ДСТУ ISO 11464:2001.

Статистичний аналіз даних провели за допомогою MS Excel, Statistica 12, Dispersion.exe.

Результати та обговорення. На початку дослідження нами були зроблені агрохімічні аналізи орного шару темно-сірого опідзоленого ґрунту, результати яких потрапляють у діапазони параметрів, раніше встановлених багатьма авторами [3, 8–10, 12]. Попри те, що аналізи ґрунту та листового матеріалу проводили упродовж усієї вегетації культури, у своїй статті ми вирішили звернути увагу на фазі цвітіння соняшника, яка є найкритичнішим періодом органогенезу, оскільки саме в цей час відбувається формування генеративних органів, запилення та початковий етап наливання насіння. Будь-які стресові фактори у цій фазі, зокрема дефіцит елементів мінерального живлення, можуть значно вплинути на ефективність цих процесів, що надалі визначатиме рівень урожайності та якісні характеристики врожаю.

Дослідження показали, що без внесення добрив рівень легкогідролізного азоту в ґрунті становив 92–95 мг/кг (рис. 1, вар. 1). Використання нітроамофоски ($N_{60}P_{60}K_{60}$), як фону, сприяло підвищенню вмісту даного елемента до 123–125 мг/кг у верхньому 20-сантиметровому шарі, однак на період збирання врожаю його запаси зменшувалися до 102 мг/кг (вар. 2, рис. 1).

Мікрогранульовані добрива (вар. 5 та 6, рис. 1) істотно підвищили вміст легкогідролізного азоту в ґрунті, який у фазі цвітіння становив 114–115 мг/кг. Найвищий рівень легкогідролізного азоту у цій фазі, а саме 132–138 мг/кг, досягнуто завдяки поєднанню фонового внесення нітроамофоски ($N_{60}P_{60}K_{60}$) та мікрогранульованого добрива (вар. 9 та 10, рис. 1). Водночас на момент збирання врожаю його запаси в ґрунті стрімко знизилися і становили 96–94 мг/кг, що свідчить про ефективне використання добрив для підвищення врожайності.

Як свідчать результати досліджень А. В. Бикіна та І. П. Поліщука [2, 12], упродовж вегетаційного циклу спостерігається поступове виснаження темно-сірого опідзоленого ґрунту Північного Лісостепу внаслідок зменшення вмісту легкодоступних форм фосфору (P_2O_5) за умов відсутності мінерального живлення, що, в окремих випадках, призводить до втрати 5–8 % його загального резерву до завершення фази вегетації. Науковці дійшли висновку, що систематичне застосування мінеральних добрив сприяє підвищенню рівня фосфатного забезпечення орного шару ґрунту, що в окремих випадках може досягати приросту до 10 % порівняно з неудобреним варіантом, та забезпечує перехід ґрунту до категорії високої фосфатної насиченості.

У серії польових дослідів, здійснених В. І. Лопушняком та Н. І. Вегою впродовж 2013–2015 рр. на території Пасмового Побужжя [8], було встановлено, що за умов внесення добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{45}P_{30}K_{30}$ під культуру ярого ячменю спостерігалось істотне збільшення вмісту

рухомих фосфатів у верхньому горизонті ґрунтового профілю – на 24 та 35 мг/кг відповідно. Подальше зростання дозування добрив спричинило ще помітніше перевищення вмісту фосфатів над контролем – на 32 та 41 мг/кг. Максимальні

значення рухомих форм фосфору – 124 мг/кг ґрунту були зафіксовані у варіанті з живленням $N_{60}P_{45}K_{45}$, що демонструвало приріст на 42 мг/кг відносно контролю, або ж на 51 % у відсотковому співвідношенні.

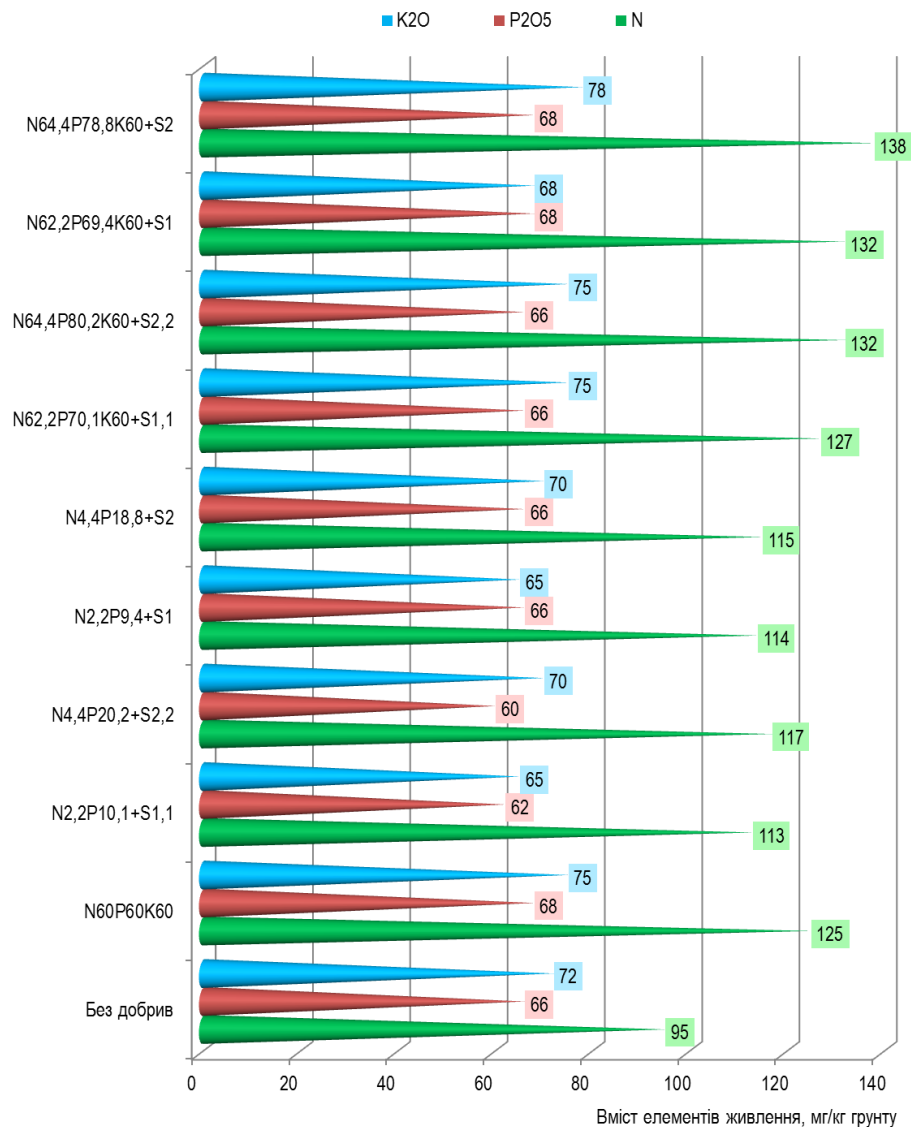


Рис. 1. Вплив норм і форм мінеральних добрив на ресурси легкогідролізного азоту, рухомих фосфатів та обмінного калію у фазі сояшника ВВСН 65, мг/кг ґрунту ($p < 0,05$) (зміст варіантів подано у табл. 1)

Наростання біомаси сояшника супроводжувалося виснаженням фосфору в ґрунті. На момент закладання досліду, вміст фосфору у ґрунті становив 62–66 мг/кг. Максимальні концентрації цього елемента у фазі цвітіння спостерігалися у варіантах із додатковим рядковим внесенням амофосу чи

мікрогранульованих добрив (вар. 7–10, рис. 1).

На початку вегетації сояшник мав значну потребу у фосфорі, тому додаткове рядкове удобрення значно підвищувало його доступність у фазах розвитку листків і цвітіння. Застосування мікрогранульованих добрив сприяло підвищенню рівня фосфору

на 0,20 мг/кг порівняно з амофосом та на 0,10 мг/кг порівняно з фоновим удобренням.

Як підтверджено у працях А. В. Бикіна та І. П. Поліщука [2], систематичне внесення добрив сприяє суттєвому покращенню калійного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту. Зокрема, у процесі вегетації рослин за умов удобрення зафіксували стабільне зростання вмісту обмінного калію в орному горизонті: до 17 % – на початку вегетаційного періоду,

до 20 % – у фазі появи 6–8 листків, до 11 % – у фазі 9–10 листків, та до 30 % – на етапі технічної стиглості у порівнянні з контролем. Стартові показники на неудобреному фоні відповідали низькому рівню калійного забезпечення, тоді як під впливом добрив рівень цього показника досягав середніх значень. Подібну динаміку підтверджує також дослідницький матеріал, наведений О. В. Шевчуком [16].

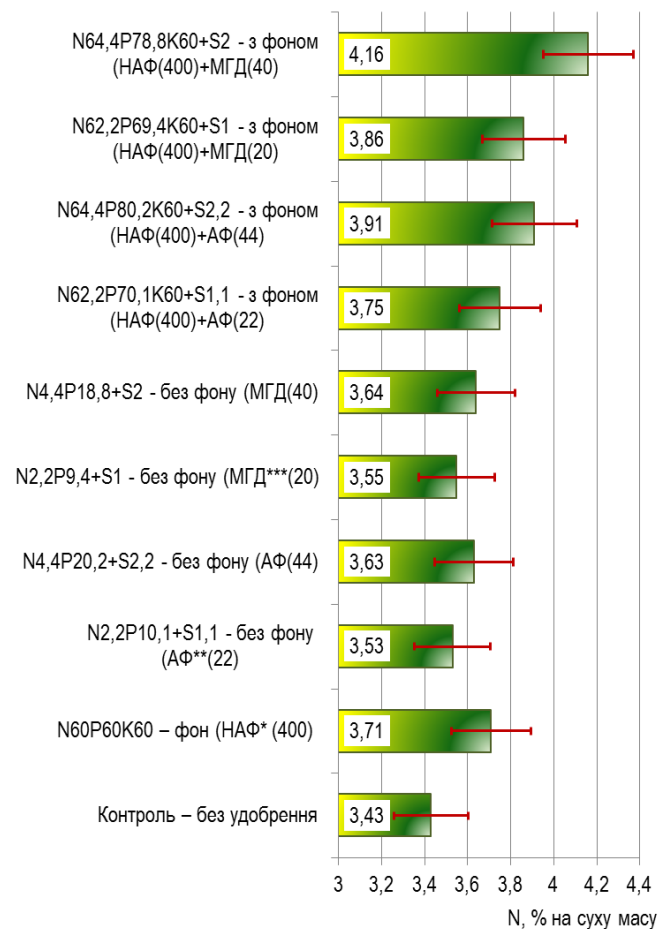


Рис. 2. Вплив норм і форм мінеральних добрив на вміст загального азоту в листках соняшника у фазі BBCH 65, % на суху масу

При закладанні досліду, вміст обмінного калію у ґрунті становив 70–73 мг/кг. Найнижчий рівень обмінного калію у фазі цвітіння становив 65 мг/кг (вар. 3, рис. 1). Протягом вегетації соняшник засвоював калій у межах 36–41 мг/кг, залежно від схеми удобрення. У варіантах без внесення калію до моменту збору врожаю його запаси значно

скорочувалися і становили 61–62 мг/кг. Отже, калійне удобрення сприяло підтримці достатнього рівня цього елемента в ґрунті. Водночас інтенсивне внесення азоту й фосфору пришвидшувало виснаження калію, що необхідно враховувати при плануванні системи живлення соняшника.

Наші дослідження показують, що застосування різних норм і форм добрив істотно змінює вміст азоту, фосфору та калію в листках культури, що є важливими показниками її фізіологічного стану та майбутньої врожайності. Результати аналізу свідчать, що найбільший вміст загального азоту у листках соняшника, а саме 4,16 % спостерігаємо у варіанті 10, рис. 2. Це пояснюється тим, що поєднання комплексного мінерального добрива з додатковими мікрогранулами сприяє більш ефективному засвоєнню азоту кореневою

системою та його подальшому транспортуванню у вегетативні органи рослин.

Подібну ефективність демонструє варіант 8, рис. 2, у якому вміст азоту досягає 3,91 %. Це підтверджує, що поєднання макроелементів, зокрема азоту та фосфору, у збалансованій формі сприяє кращому азотному живленню соняшника. Водночас контрольний варіант, де добрива не вносилися, має найнижчий показник (3,43 %).

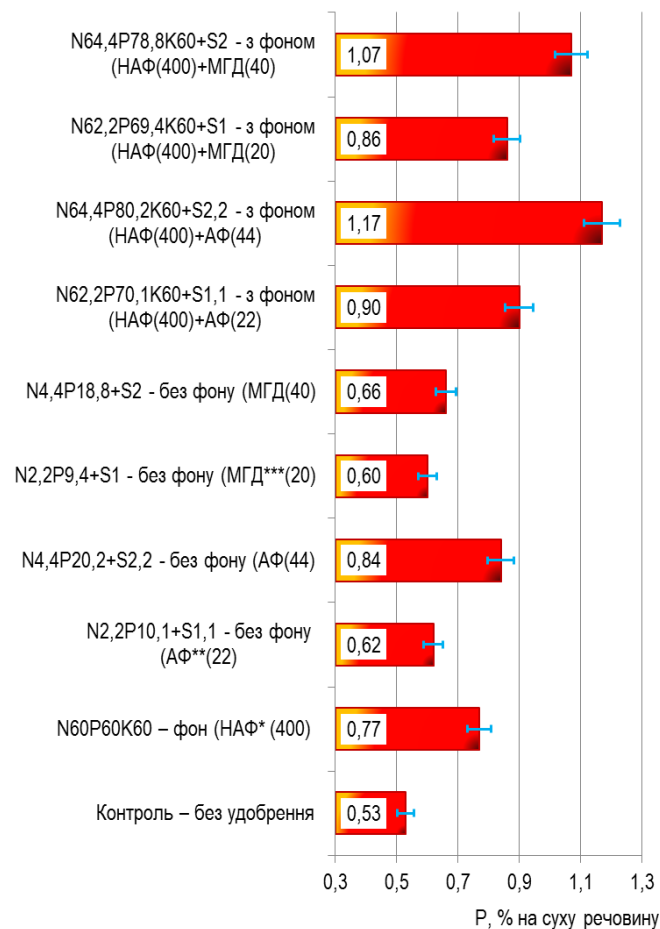


Рис. 3. Вплив норм і форм мінеральних добрив на вміст фосфору в листках соняшника у фазі ВВСН 65, % на суху масу

Щодо фосфорного живлення, найвищий вміст цього елемента (1,17 %) у листках спостерігаємо у варіанті 8, рис. 3. Це показує високу ефективність амофосу в поєднанні з нітроамофоскою, що забезпечує підвищене накопичення фосфору у вегетативних органах. Високі показники також зазначаємо у варіанті 10,

рис. 3 (1,07 %), що вказує на позитивний вплив мікрогранульованих добрив на фосфорне живлення соняшника. Контрольний варіант, у якому добрива не застосовували, показав найнижчі рівні засвоєння як азоту (3,43 %), так і фосфору (0,53 %), що свідчить про недостатнє забезпечення культури необхідними

елементами живлення за умов природної родючості ґрунту.

Результати досліджень підтверджують доцільність використання мінеральних добрив у вирощуванні соняшника. Оптимальними варіантами з погляду збалансованого живлення є поєднання нітроамофоски з

мікрогранульованими добривами та нітроамофоски з амофосом, що забезпечують максимальне засвоєння азоту та фосфору. Це дозволяє закласти потенційну основу високої врожайності культури.

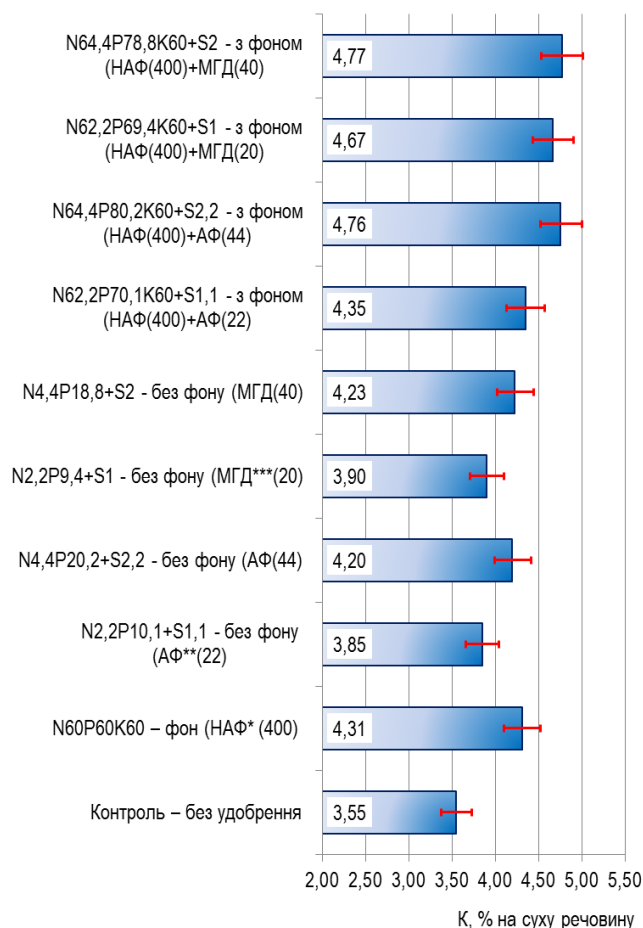


Рис. 4. Вплив норм і форм мінеральних добрив на вміст калію в листках соняшника у фазі ВВСН 65, % на суху масу

Аналізуючи вплив норм і форм мінеральних добрив на вміст загального азоту та фосфору в листках соняшника, можна виявити чітку закономірність: зі збільшенням рівня азоту у рослинах підвищується і вміст фосфору. Це пояснюємо тим, що ці два елементи тісно зв'язані у процесах метаболізму, беручи участь у синтезі білків, енергетичних процесах і загальному рості культури. Таким чином, оптимальні результати досягнуто при застосуванні комплексних добрив, особливо поєднання

нітроамофоски з мікрогранульованими формами або амофосом. Це свідчить про необхідність збалансованого внесення основних елементів живлення, адже дефіцит одного з них може обмежувати ефективно засвоєння іншого.

Проаналізувавши результати впливу норм і форм мінеральних добрив на вміст калію в листках соняшника у фазі цвітіння (рис. 4) спостерігаємо виражену залежність між рівнем забезпечення рослин поживними елементами та концентрацією калію в рослинних тканинах.

Контрольний варіант (вар. 1) показав найнижчий вміст калію – 3,55 % на суху речовину, що підтверджує недостатність цього елемента в природному ґрунтовому середовищі без додаткового живлення. Внесення лише нітроамофоски (вар. 2) сприяло підвищенню вмісту калію до 4,31 %, що пояснюється загальним покращенням поживного режиму рослин та активізацією кореневої системи. Комбінація нітроамофоски з амофосом (вар. 3–4) забезпечила вміст калію в межах 3,85–4,20 %. Внесення тільки мікрогранульованого добрива при сівбі (вар. 5–6) забезпечило вміст калію в діапазоні 3,90–4,23 %, що свідчить про позитивний вплив на формування

кореневої системи й тим самим забезпечує більший діапазон для живлення калієм. Максимальні показники вмісту калію (4,76–4,77 %) отримані при поєднанні нітроамофоски із мікрогранульованим добривом чи амофосом у нормі 40 та 44 кг/га відповідно (вар. 8 і 10).

Результати дослідження вказують на доцільність застосування комплексного удобрення з використанням мікрогранульованих добрив, оскільки це сприяє максимальному накопиченню калію в листках соняшника, що особливо важливо у фазі цвітіння, та може мати позитивний вплив на загальний рівень продуктивності культури.

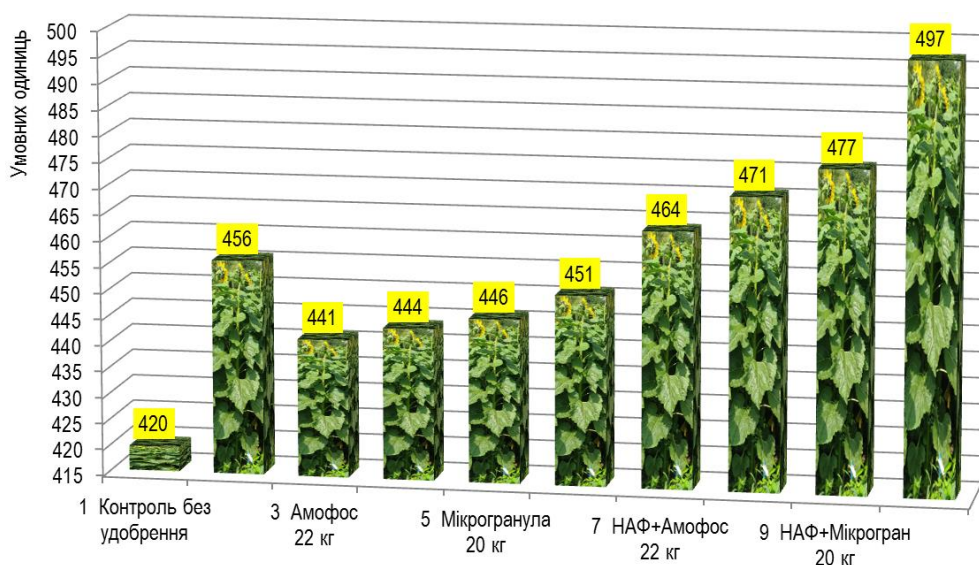


Рис. 5. Результати вимірювання активності хлорофілу приладом Yara N-Tester™ у фазі цвітіння (ВВСН 65), в умовних одиницях (НІР₀₅ абсол. = 3,69 ум. од.)

Активність хлорофілу є ключовим показником фізіологічного стану рослин, оскільки вона безпосередньо відображає рівень фотосинтетичної активності та забезпеченість рослин азотом. Вищий рівень хлорофілу свідчить про інтенсивніший фотосинтез, що сприяє більш активному росту, накопиченню біомаси та, зрештою, підвищенню врожайності. Зниження цього показника може сигналізувати про дефіцит азоту або інших елементів живлення, що обмежує продуктивність рослин. Вимірювання активності хлорофілу приладом Yara N-

Tester™ дозволяє оперативно оцінювати потребу рослин у добривах і коригувати стратегію удобрення для досягнення максимальної ефективності.

Аналіз отриманих результатів (рис. 5) показує, що найефективнішими варіантами є ті, що поєднують нітроамофоску із мікрогранульованими добривами (вар. 9, 10), оскільки вони забезпечують максимальний рівень активності хлорофілу. Це підтверджує важливість комплексного підходу до живлення рослин, де мікрогранульовані добрива забезпечили активний ріст і розвиток рослин соняшника

на початкових етапах вегетації, що в кінцевому результаті сприяє збільшенню фотосинтетичної активності. Застосування лише амофосу показало значно слабший ефект, що свідчить про його обмежену дію на рівень хлорофілу. Це підтверджує важливість комплексного внесення добрив

для оптимізації фотосинтетичної діяльності та підвищення врожайності.

Статистичний аналіз зв'язків між вмістом макроелементів у ґрунті та листках соняшника у фазі цвітіння (ВВСН 65), показав істотну взаємозалежність між азотом, фосфором і калієм (табл. 2).

2. Кореляції вмісту поживних елементів у листках та ґрунті у фазі цвітіння (ВВСН 65), $r \pm$

Показники	Листки, мг/кг			Ґрунт, мг/кг	
	N	P	K	P	K
N в ґрунті	0,82	0,75	0,87	0,84	0,82
P у ґрунті	0,87	0,81	0,87	X	0,98
K у ґрунті	0,81	0,76	0,82	–	X
N у листках	X	0,88	0,93	–	–
P у листках	–	X	0,91	–	–

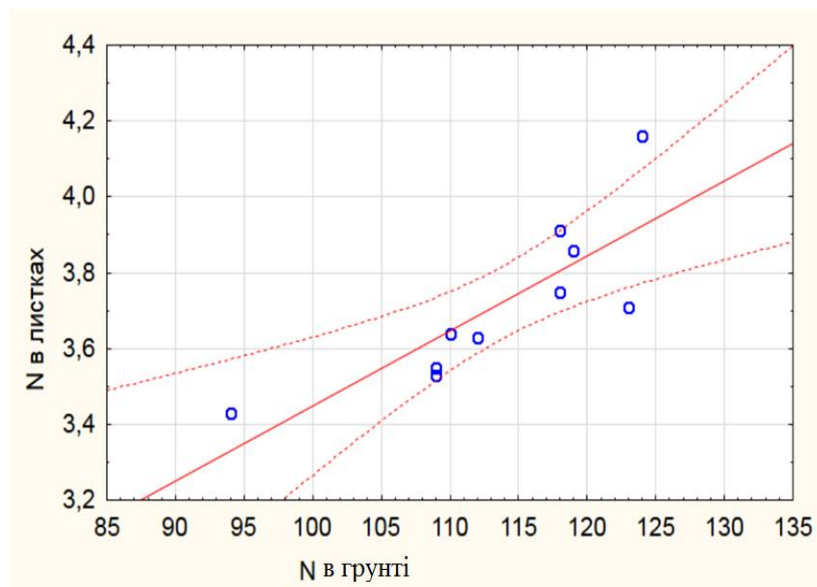


Рис. 6. Зв'язок вмісту загального азоту в листках соняшника з ресурсами легкогідролізного азоту в ґрунті (0–20 см) у фазі ВВСН 65, $r = 0,82$

Вміст легкодоступного азоту в ґрунті тісно позитивно корелює з його концентрацією у листках ($r = 0,82$), що вказує на активне поглинання цього елемента рослиною (рис. 6). З'ясування такого зв'язку є важливим для розробки рекомендацій щодо азотного живлення соняшника, зокрема для коригування норм внесення азотних добрив, з метою досягнення оптимальних результатів врожайності та якості продукції.

Крім того, статистично встановлено тісний зв'язок між азотом у ґрунті та

вмістом фосфору ($r = 0,75$) і калію ($r = 0,87$) у листках, що може свідчити про стимулювальний ефект азотного живлення на засвоєння інших макроелементів. Фосфор ґрунту теж тісно корелює з його вмістом у листках ($r = 0,81$), що підтверджує його активне надходження у рослини. Тісна кореляція між рівнем фосфору в ґрунті та вмістом азоту ($r = 0,88$) і вельми тісна для калію ($r = 0,93$) у листках вказує на їхню підсилювальну дію у метаболічних процесах і синергетичний вплив на ріст і розвиток рослин. Калій у

грунті також має тісний зв'язок із його концентрацією у листках ($r = 0,82$), що свідчить про його активне засвоєння. Особливо важливою є вельми тісна кореляція між фосфором і калієм у ґрунті ($r = 0,98$), що вказує на їхню взаємну динаміку у процесах міграції та доступності для рослин.

Статистичний аналіз зв'язків між макроелементами у листках показало вельми тісний рівень взаємозалежності між

фосфором і калієм ($r = 0,91$), що підтверджує їхню ключову роль у процесах живлення та підтриманні іонного балансу в рослинних тканинах.

Зв'язок між вмістом загального азоту в листках соняшника та ресурсами рухомих фосфатів у ґрунті ($r = 0,87$) свідчить про тісний позитивний зв'язок між процесом асиміляції та ґрунтовими ресурсами елементів живлення (рис. 7).

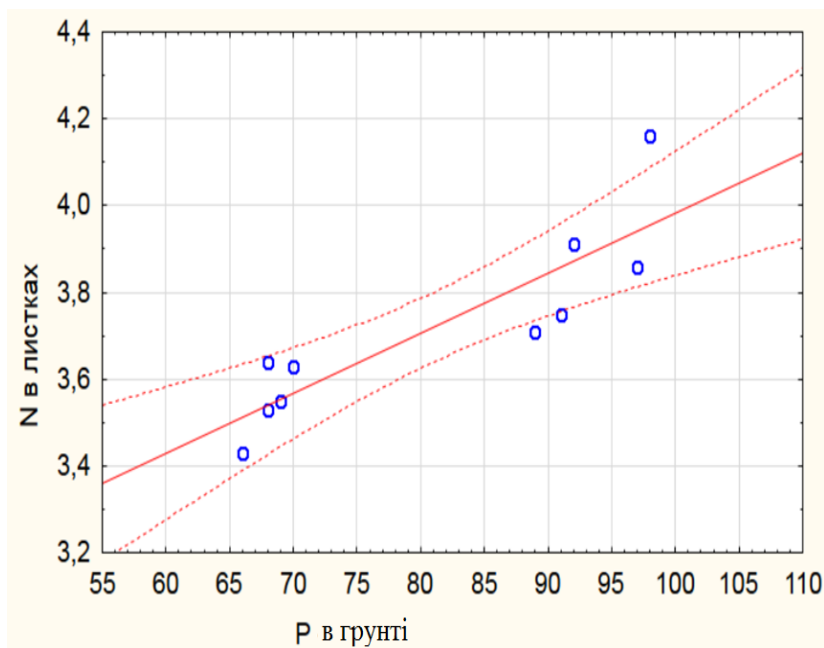


Рис. 7. Зв'язок вмісту загального азоту в листках соняшника з ресурсами рухомих фосфатів в ґрунті (0–20 см) у фазі ВВСН 65, $r = 0,87$

Це означає, що з підвищенням вмісту рухомих фосфатів у ґрунті збільшується вміст азоту в листках. Рухомі фосфати є важливим елементом живлення рослин, оскільки фосфор відіграє ключову роль у процесах енергетичного обміну та утворенні протеїнів, що впливає на загальний вміст азоту в рослині. Тісний позитивний зв'язок між вмістом фосфатів у ґрунті та азоту в листках свідчить про те, що на достатньому рівні фосфорного живлення соняшник краще засвоює азот, що підвищує активність фізіологічних процесів.

Зв'язок між вмістом загального азоту в листках соняшника та ресурсами

обмінного калію в ґрунті ($r = 0,81$) свідчить про тісний позитивний зв'язок між цими двома параметрами (рис. 8). Це означає, що з підвищенням вмісту обмінного калію в ґрунті зростає рівень загального азоту в листках соняшника. Калій є важливим елементом живлення, який регулює водно-сольовий баланс, синтез білків і ферментів, а також активує багато метаболічних процесів, що сприяють засвоєнню азоту. Підвищення доступності калію в ґрунті допомагає рослинам краще використовувати азот, що позитивно позначається на їхньому рості та розвитку.

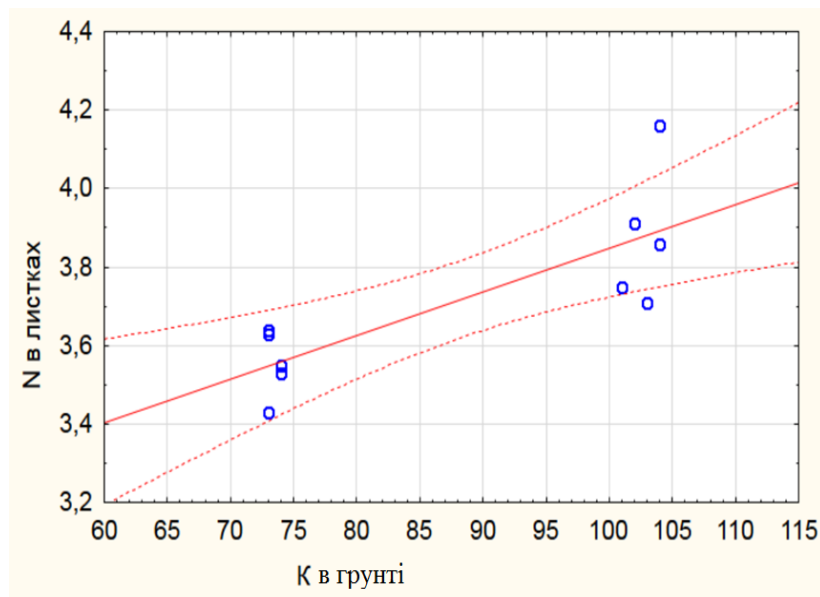


Рис. 8. Зв'язок вмісту загального азоту в листках соняшника з ресурсами обмінного калію в ґрунті (0–20 см) у фазі ВВСН 65, $r = 0,81$

Основним доказом ефективності добрив та оптимальних концентрацій поживних речовин у ґрунті є їхній вплив на кінцевий результат росту та розвитку соняшника – врожай зерна. На темно-сірому лісовому опідзоленому легкосуглинковому середньогумусованому ґрунті, за умов варіації погодних факторів років, можна отримати врожай зерна в межах до 3 т/га без застосування мінеральних добрив.

Основне внесення нітроамофоски в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ перед сівбою було прийнято за виробничий контроль, при якому було отримано врожай 3,73 т/га зерна ($НІР_{05} = 0,14$ т/га). Відсутність основного внесення добрив при використанні рядкового внесення амофосу, збагаченого сіркою (вар. 3), призвела до зниження врожайності на 0,5–0,7 т/га. Це зниження, ймовірно, обумовлене зменшенням доступних елементів живлення в ґрунті у фазі цвітіння, що свідчить про погіршення умов для кореневого живлення соняшника. Система удобрення з використанням амофосу (вар. 4) мала незначний вплив на покращення ресурсу рухомого фосфору в ґрунті й відповідно урожайність була на 0,4–0,5 т/га меншою за наш контрольний варіант. Застосування мікрогранульованих добрив без основного внесення добрив (вар.

5 та 6) значно покращувало азотно-фосфорний баланс ґрунту, що призвело до збільшення врожаю на 0,26 т/га порівняно з використанням амофосу, і водночас на 0,15 та 0,20 т/га менше ніж у контрольному варіанті. Високий рівень врожайності зерна був досягнутий на фоні основного внесення нітроамофоски ($N_{60}P_{60}K_{60}$), як при внесенні амофосу, так і мікрогранульованого добрива. Найвищий урожай у досліді склав 4,35 т/га на варіанті 10.

Висновки

Внесення мінеральних добрив з оптимальними пропорціями азоту, фосфору та калію значно підвищує ефективність мінерального живлення соняшника. Було встановлено, що застосування мікрогранульованих добрив та комбінації з нітроамофоскою НАФ (400 кг/га + МГД (20 кг/га) та НАФ (400 кг/га) + МГД (40 кг/га)) є найбільш ефективними для підвищення вмісту легкогідролізного азоту, фосфору та калію в ґрунті (рівень легкогідролізного азоту становив 132–138 мг/кг, значення рухомих форм фосфору близько 68 мг/кг та обмінного калію на рівні 68–78 мг/кг ґрунту), що сприяє кращому живленню соняшника у критичний період цвітіння. Також у цих варіантах фіксуємо найвищий вміст макроелементів у листка, а саме вміст

азоту – 4,16 %, фосфору – 1,17 та калію – 4,77 %.

Отримані результати дослідів свідчать, що найбільш дієвими виявилися комбінації нітроамофоски з мікрогранульованими добривами, оскільки саме вони спричинили найвищу оптичну активність хлорофілу. Показники тестера Yara N-Tester™ у фазі цвітіння (BVCH 65) на варіантах з максимальною асиміляцією азоту становили 471; 477 та 497 умовних одиниць відповідно. Це доводить ефективність інтегрованої системи живлення, за якої мікрогранули стимулювали енергійний стартовий ріст соняшнику, що згодом позитивно відобразилося на фотосинтетичних процесах.

Встановлено тісні кореляції між вмістом макроелементів у ґрунті та їх

концентрацією в листках соняшника ($r = 0,75-0,93$). Особливо виражені синергетичні взаємозв'язки між фосфором і калієм як у ґрунті ($r = 0,98$), так і в листках ($r = 0,91$), що вказує на їхню спільну участь у живленні та метаболізмі.

Слід врахувати, що мікрогранульовані добрива позитивно починають діяти вже на початкових фазах росту і розвитку соняшника через кілька важливих факторів. Завдяки своїй дрібній грануляції, вони швидко розчиняються у вологому ґрунті, що дозволяє від початку вегетації закладати добру метаболічну базу з елементів живлення для проходження критичних етапів онтогенезу. Мікрогранульовані добрива знижують ризик втрати поживних елементів через вимивання або звітрювання.

Список використаної літератури

1. Баранський Д. В. Вирощування соняшнику за коливання клімату та вологозабезпеченості в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія: Агрономія*. 2024. № 28. С. 57–66. <https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.057>.
2. Бикін А. В., Поліщук І. П. Вплив добрив на агрохімічні показники темно-сірого лісового ґрунту та продуктивність моркви столової. *Науковий вісник НАУ*. 2000. Вип. 32. С. 185–188.
3. Вега Н. І. Зміна вмісту лужногідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом мінерального удобрення ячменю ярого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 83. С. 100–104. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimiagn_2015_83_19.
4. Гарбар Л. А., Кнап Н. В. Ефективність удобрення в технології вирощування соняшнику. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Том 11. № 4. С. 14–25. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.014>.
5. Ефективність удобрення у формуванні продуктивності соняшнику / Л. А. Гарбар та ін. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. Том 12. № 1. С. 28–38. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2021.01.028>.
6. Коваленко А. Оптимізація мінерального живлення соняшнику. *Журнал Пропозиція*. 2016. № 6. С. 62–64. URL: <https://propozitsiya.com/ua/optimizaciya-mineralnogo-zhivlennya-sonyashniku>.
7. Курач О. В., Лукашук Л. Я., Першута В. В. Вплив доз мінерального удобрення та стимуляторів росту на продуктивність гібридів соняшнику. *Вісник*

References

1. Baranskyi D. V. Growing sunflowers under fluctuating climate and moisture conditions in the Western Forest-Steppe. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu pryrodokorystuvannia. Seriya: Ahronomiia*. 2024. No. 28. P. 57–66. <https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.057>.
2. Bykin A. V., Polishchuk I. P. The effect of fertilizers on agrochemical parameters of dark gray forest soil and productivity of table carrots. *Naukovyi visnyk NAU*. 2000. Issue 32. P. 185–188.
3. Veba N. I. Change in the content of alkaline hydrolyzed nitrogen in dark gray podzolized soil under the influence of mineral fertilization of spring barley. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*. 2015. Issue 83. P. 100–104. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimiagn_2015_83_19.
4. Harbar L. A., Knap N. V. Fertilizer efficiency in sunflower growing technology. *Roslynnystvo ta gruntoznavstvo*. 2020. Vol. 11. No. 4. P. 14–25. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.014>.
5. The effectiveness of fertilizer in shaping sunflower productivity / L. A. Harbar et al. *Roslynnystvo ta gruntoznavstvo*. 2021. Vol. 12. No. 1. P. 28–38. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2021.01.028>.
6. Kovalenko A. Optimization of mineral nutrition of sunflower. *Zhurnal Propozitsiia*. 2016. No. 6. P. 62–64. URL: <https://propozitsiya.com/ua/optimizaciya-mineralnogo-zhivlennya-sonyashniku>.
7. Kurach O. V., Lukashchuk L. Ya., Pershuta V. V. The effect of doses of mineral fertilizer and growth stimulants on the productivity of sunflower hybrids. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2023. Vol. 101.

аграрної науки. 2023. Том 101. № 8. С. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovvisnyk202308-02>.

8. Лопушняк В. І., Вега Н. І. Вплив рівня мінерального живлення ячменю ярого на вміст рухомих сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. Том 1. Ч. 2. С. 30–37. <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1769/1/n85v2r2015t1lopushnyak.pdf>.

9. Лопушняк В., Поліухович М., Лагуш Н. Вплив систем удобрення на родючість темно-сірих опідзолистих ґрунтів та продуктивність культур польової сівозміни Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2017. Вип. 51. С. 214–223. https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/07/021_Lopushniak_et_al.pdf.

10. Оптимізація азотного удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту Західного Лісостепу за використання інгібітора нітрифікації / П. С. Гнатів та ін. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. Том 25. № 98. С. 167–176. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9828>.

11. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко та ін. ; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К». 2014. 332 с.

12. Поліщук І. П. Агрохімічна оцінка застосування добрив під моркву столову на темно-сірому опідзоленому ґрунті Північного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.04. Київ, 2005. 19 с.

13. Полупан М. І., Величко В. А., Соловей В. Б. Розвиток українського агрономічного ґрунтознавства: генетичні та виробничі аспекти / за ред. д. с.-г. н. М. І. Полупана. Київ : Аграрна наука. 2015. 400 с.

14. Танчик С. П., Центило Л. В. Екологічні аспекти удобрення соняшнику за його вирощування на чорноземах типових в Правобережному Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. № 286. С. 80–89. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2017_269_12.

15. Формування продуктивності гібридів соняшника залежно від рівня удобрення та умов зволоження / В. А. Мазур та ін. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 208–220. <http://forestry.vsau.org/storage/articles/February2021/ttCMNabumulkesnZhftI.pdf>.

16. Шевчук О. В. Поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту та продуктивність сільськогосподарських культур за альтернативних систем удобрення в Західному Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.04. Київ, 2014. 17 с.

17. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower?

No. 8. P. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovvisnyk202308-02>.

8. Lopushniak V. I., Veha N. I. The influence of the level of mineral nutrition of spring barley on the content of mobile phosphorus compounds in the dark gray podzolized soil of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2015. Issue 2. Volume 1. Ch. 2. P. 30–37. <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1769/1/n85v2r2015t1lopushnyak.pdf>.

9. Lopushniak V., Poliukhovych M., Lahush N. The influence of fertilization systems on the fertility of dark gray podzolized soils and the productivity of field crop rotation crops in the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya heohrafichna*. 2017. Issue 51. P. 214–223. https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/07/021_Lopushniak_et_al.pdf.

10. Optimization of nitrogen fertilization of dark gray podzolized soil of the Western Forest-Steppe using a nitrification inhibitor / P. S. Hnativ et al. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriya: Silskohospodarski nauky*. 2023. Vol. 25. No. 98. P. 167–176. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9828>.

11. Fundamentals of scientific research in agronomy / V. O. Yeshchenko et al. ; za red. V. O. Yeshchenka. Vinnytsia : PP «TD «Edelweis i K». 2014. 332 p.

12. Polishchuk I. P. Agrochemical evaluation of fertilizer application for table carrots on dark gray podzolized soil of the Northern Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.01.04. Kyiv, 2005. 19 p.

13. Polupan M. I., Velychko V. A., Solovei V. B. Development of Ukrainian agronomic soil science: genetic and production aspects / za red. d. s.-h. n. M. I. Polupana. Kyiv : Ahrarna nauka. 2015. 400 p.

14. Tanchyk S. P., Tsentylo L. V. Ecological aspects of sunflower fertilization when grown on chernozems typical of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2018. No. 286. P. 80–89. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2017_269_12.

15. Formation of productivity of sunflower hybrids depending on the level of fertilization and moisture conditions / V. A. Mazur et al. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2020. No. 19. P. 208–220. <http://forestry.vsau.org/storage/articles/February2021/ttCMNabumulkesnZhftI.pdf>.

16. Shevchuk O. V. Nutrient regime of dark gray podzolized soil and crop productivity under alternative fertilization systems in the Western Forest-Steppe of Ukraine : avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.01.04. Kyiv, 2014. 17 p.

17. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower? / M. E. A. Carvalho et al. *Comunicata Scientiae*. 2016. 7 (1). 154–159. <https://doi.org/10.14295/cs.v7i1.1286>.

/ M. E. A. Carvalho et al. *Comunicata Scientiae*. 2016. 7 (1). 154–159. <https://doi.org/10.14295/cs.v7i1.1286>.

18. Ieremenko, O., Kalensky, S., & Kalytka, V. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity under the effect of akm plant growth regulator in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 2017. 4 (1), 11–19. <https://doi.org/10.15407/agrisp4.01.011>.

19. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports. FAO. Rome. 2015. 106. URL: <http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.

20. Linzmeier W., Gutser R., Schmidhalter U. The new nitrification inhibitor DMPP ENTEC allows increased N-efficiency with simplified fertilizing strategies, in: Horst et al. (Eds.), Proceedings of the 14th. Int. Plant Nutrition Colloquium. 2001. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. P. 760–761.

21. Miao, Y. F., Wang, Z. H. & Li, S. X. Relation of nitrate N accumulation in dryland soil with wheat response to N fertilizer. *Field Crops Res.* 2015. 170. 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.09.016>.

22. Pahlmann I. Using nitrification inhibitors in fertilization of rapeseed – Developing fertilization strategies under controlled and field conditions in German MSc Dissertation. *Bingen University of Applied Science*. 2008. 150 p.

23. Yeremenko, O., Kalenska, S. and Kalytka, V. Safflower Productivity Depending on Seed Treatment by AKM Plant Growth Regulator and Level of Mineral Nutrition. *Agriculture & Forestry*, 2018. 64, 65–72. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.64.1.08>.

18. Ieremenko, O., Kalensky, S., & Kalytka, V. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity under the effect of akm plant growth regulator in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 2017. 4 (1), 11–19. <https://doi.org/10.15407/agrisp4.01.011>.

19. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports. FAO. Rome. 2015. 106. URL: <http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.

20. Linzmeier W., Gutser R., Schmidhalter U. The new nitrification inhibitor DMPP ENTEC allows increased N-efficiency with simplified fertilizing strategies, in: Horst et al. (Eds.), Proceedings of the 14th. Int. Plant Nutrition Colloquium. 2001. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. P. 760–761.

21. Miao, Y. F., Wang, Z. H. & Li, S. X. Relation of nitrate N accumulation in dryland soil with wheat response to N fertilizer. *Field Crops Res.* 2015. 170. 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.09.016>.

22. Pahlmann I. Using nitrification inhibitors in fertilization of rapeseed – Developing fertilization strategies under controlled and field conditions in German MSc Dissertation. *Bingen University of Applied Science*. 2008. 150 p.

23. Yeremenko, O., Kalenska, S. and Kalytka, V. Safflower Productivity Depending on Seed Treatment by AKM Plant Growth Regulator and Level of Mineral Nutrition. *Agriculture & Forestry*, 2018. 64, 65–72. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.64.1.08>.

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.6:633.2

**ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО СТІЙКИХ АГРОЛАНДШАФТІВ
НА ЕРОЗІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗЕМЛЯХ****С. С. Бегей, Н. В. Карасевич, Т. І. Марцінко**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Степан БЕГЕЙ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-7193-0550

Наталія КАРАСЕВИЧ,
доктор філософії
ORCID: 0000-0002-1416-559X

Тарас МАРЦІНКО,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6912-420X

Для листування:

Степан БЕГЕЙ
e-mail: stepansemenovych@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

10 квітня 2025 р.

Погоджено до друку:

20 травня 2025 р.

Підбір компонентів травосумішок ґрунтувався на їхній стійкості до умов вирощування, тривалості використання та здатності до покращення агрофізичних властивостей ґрунту. На першому році використання переважали бобові трави (конюшина лучна, конюшина гібридна), а серед злакових – пажитниця багаторічна. Починаючи з другого року, частка бобових знижувалася, а домінування злакових трав зростало. На четвертий рік травостої склалися переважно зі злакових видів (90,3–93,9 %), тоді як частка бобових була незначною (3,4–6,7 %). Урожайність сухих речовин під багаторічними різнокомпонентними травосумішками на слабозмитих ґрунтах становила 9,30–10,62 т/га. Порівняно з трикомпонентною травосумішкою 1 (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна) істотний приріст сухих речовин ($НІР_{05\text{ т/га}} = 0,50$) забезпечили семи- і дванадцятикомпонентні травосумішки (травосумішки 5 і 6). На середньозмитих ґрунтах урожайність сухих речовин під травосумішками становила 9,24–9,93 т/га і була вищою на багатоконпонентних багаторічних бобово-злакових травосумішках (7–12 компонентів). Також, слід зазначити, що врожайність сухих речовин травосумішок на слабозмитих ґрунтах була вищою на 1,2–12,8 % ніж на середньозмитих. Аналіз залежності між урожайністю та видовим складом показав, що травосумішки з більшою кількістю компонентів демонстрували кращу адаптацію до умов вирощування. Зменшення частки бобових видів компенсувалося зростанням ролі злакових, що забезпечувало стабільність урожайності навіть на четвертий рік використання. Найвищу продуктивність забезпечили семи- та дванадцятикомпонентні травосумішки.

Ключові слова: травосумішки, урожайність, сухі речовини, ботанічний склад, структура, кореляція.

Formation of ecologically sustainable agrolandscapes on erosion-prone lands

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Stepan BEGEY
ORCID: 0000-0002-7193-0550

Nataliya KARASEVYCH
ORCID: 0000-0002-1416-559X

Taras MARTSINKO
ORCID: 0000-0002-6912-420X

For corresponding:

Stepan BEGEY
e-mail: stepansemenovych@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

April 10, 2025

Accepted:

May 20, 2025

Selection of grass mixture components was based on their resistance to growing conditions, duration of use, and ability to improve agro-physical soil properties. In the first year of use, leguminous grasses (red clover, hybrid clover) predominated, while among grasses, perennial ryegrass was dominant. From the second year onwards, the proportion of legumes decreased, and the dominance of grasses increased. By the fourth year, the grasslands consisted mainly of grass species (90.3–93.9 %), while the proportion of legumes was minimal (3.4–6.7 %). The yield of dry matter under perennial multi-component grass mixtures on slightly eroded soils ranged from 9.30 to 10.62 t/ha. Compared to the three-component grass mixture 1 (perennial ryegrass, timothy grass, red clover), a significant increase in dry matter yield ($LSD_{0.05}$ t/ha – 0.50) was ensured by the seven- and twelve-component grass mixtures (variants 5 and 6). On moderately eroded soils, the dry matter yield under grass mixtures ranged from 9.24 to 9.93 t/ha and was higher in multi-component perennial legume-grass mixtures (7–12 components). It should also be noted that dry matter yield on slightly eroded soils was 1.2–12.8 % higher than on moderately eroded soils. An analysis of the relationship between yield and species composition showed that grass mixtures with a greater number of components demonstrated better adaptation to growing conditions. The decrease in the proportion of leguminous species was compensated by the increasing role of grasses, which ensured yield stability even in the fourth year of use. The highest productivity was provided by the seven- and twelve-component grass mixtures.

Keywords: grass mixtures, yield, dry matter, botanical composition, structure, correlation.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Загальновізнаною є необхідність формування структури агроландшафтів на схилових землях наближеною до структури природних ландшафтів, в яких діють механізми саморегуляції та відновлення. Сучасні науково-методичні основи формування збалансованих агроландшафтів перебувають в стадії активної розробки й направлені на сталий розвиток, тобто такий розвиток, при якому задовольняються потреби теперішнього часу, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби [4, 12, 19].

У цьому відношенні особливу увагу необхідно приділяти ерозійно небезпечним територіям, де спостерігаються неконтрольовані втрати ґрунту, біогенних елементів, органічної речовини та вологи з поверхневим стоком. Ерозійні процеси не

тільки впливають на механічне вилучення мінеральних елементів родючості, але й вуглець (органічна речовина ґрунту), в результаті її мінералізації вивільнюється CO₂ в атмосферу. Розв'язання проблеми захисту ґрунтів від ерозійної деградації забезпечується комплексом заходів, зокрема агролукомеліоративними прийомами [8, 10, 19]. Будь-яка рослинність на схилах є важливим протиерозійним чинником. Ступінь впливу залежить від її виду та стану: чим вона краще розвинена і гущіша, тим протиерозійна стійкість вища. Рослинність зменшує ударну силу дощу і вплив його на частинки ґрунту. Деяку кількість опадів затримує зелена маса рослинності, вони не потрапляють на землю і не беруть участі у поверхневому стоці. Коренева система рослин скріплює

структурні елементи ґрунту, зменшуючи їхню ерозію.

Передкарпаття, як невіддільна частина Карпат, належить до регіонів України з найбільшим проявом шкідливих процесів, зумовлених сукупністю дії природних й антропогенних чинників. Еколого-господарський стан території Передкарпаття за коефіцієнтом відносної напруженості складає 1,64. Зниження цього показника веде до підвищення стійкості агроландшафтів [13]. Тому, розробка науково-методичних основ створення лукомеліоративних комплексів на еродованих схилах та формування на їх основі стійких збалансованих агроландшафтів, є актуальною для розв'язання проблеми раціонального використання оглеєних дерново-підзолистих ґрунтів.

При цьому найдоцільніше їх залужити багаторічними травами та використовувати як сіножаті та пасовища з регульованим випасанням худоби. За даними Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, бобово-злакові травостої за продуктивністю і збором протеїну в 8–10 разів перевищують природні. Потенціал травосумішок може бути реалізований тільки тоді, якщо для сівби будуть підібрані трави, які краще ростуть і розвиваються в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, тому підбір травосумішок для різного ступеня еродованості ґрунтів потрібно проводити з використанням нових районованих сортів трав [1, 6, 11].

Матеріали і методи. Дослідження проводили в польовому досліді на дерново-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтах зі схилом 3–8°, а також в лабораторних умовах з використанням методичних підходів, які використовуються в міжнародній практиці й відповідають вимогам ISO 17025. Вивчалися шість різнокомпонентних багаторічних травосумішок на двох ґрунтових відмінах – слабозмиті та середньозмиті ґрунти. Склад травосумішок:

- травосумішка 1: пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна;
- травосумішка 2: пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий;
- травосумішка 3: пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, костриця лучна, конюшина лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий;
- травосумішка 4: пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, стоколос безостий, конюшина лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий;
- травосумішка 5: пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, костриця лучна, стоколос безостий, конюшина лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий;
- травосумішка 6: пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, костриця лучна, стоколос безостий, грястиця збірна, мітлиця біла, тонконіг лучний, костриця червона, конюшина лучна, конюшина гібридна, конюшина повзуча, лядвенець рогатий.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проводились згідно ДСТУ 6017:2008. Ботанічний аналіз, видовий склад визначається перед збиранням (ДСТУ ISO6497:2005). Облік врожаю проводиться подільночно.

Статистичну обробку даних проводили кореляційним та коваріаційним методами із використанням спеціальних пакетів програм типу Excel.

Результати та обговорення. Урожайність є інтегральним показником оцінки будь-якого агротехнічного чи агрохімічного впливу на ґрунт, який свідчить про ефективність використання земельних ресурсів [7, 14, 15]. Так, в середньому за чотири роки використання, урожайність сухих речовин на слабозмитих ґрунтах становила 9,30–10,62 т/га. Порівняно з трикомпонентною травосумішкою 1 істотний приріст сухих речовин ($НІР_{05\text{ т/га}} = 0,50$) забезпечили семи- і дванадцятикомпонентні травосумішки (травосумішки 5 і 6). На середньозмитих

грунтах урожайність сухих речовин становила 9,24–9,93 т/га і була вищою на багатоконпонентних багаторічних бобово-злакових травосумішках (7–12 компонентів). Також, слід зазначити, що врожайність сухих речовин травосумішок на слабозмитих грунтах була

вищою на 1,2–12,8 % ніж на середньозмитих.

Вищу врожайність сухих речовин, як на слабозмитих (на 3,0–14,2 %), так і на середньозмитих грунтах (на 4,3–7,4 %), забезпечила семиконпонентна травосуміш (рис. 1).

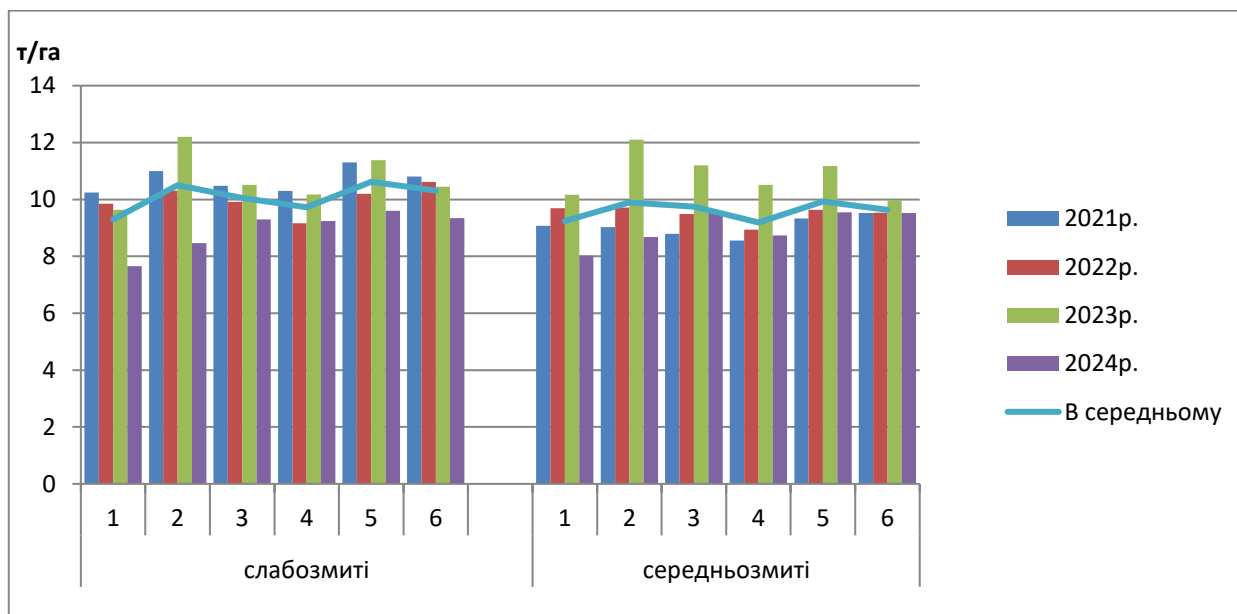


Рис. 1. Урожай сухих речовин різно компонентних багаторічних бобово-злакових травосумішок, т/а (2021-2024 рр.)

Продуктивність травосумішок у часі залежить від взаємозв'язків між компонентами, їхньої адаптації до ґрунтового-кліматичних умов та конкурентоспроможності [2, 5, 18]. Дослідження показує, що збільшення кількості видів у суміші впливає на стійкість травостоїв у довгостроковій перспективі. Якщо порівнювати врожайність травосумішок по роках, то за три роки використання істотно вищу врожайність сухих речовин на слабозмитих грунтах отримано під п'яти-, семи- та дванадцятикомпонентними травосумішками порівняно до трикомпонентної. Однак, на четвертий рік використання відмічене значне зниження порівняно з третім роком використання, причому, у трьох- та п'ятикомпонентних (травосумішки 1 і 2) травосумішках воно було найбільшим (20,6–30,6 %). При включенні до п'ятикомпонентної травосумішки

(травосумішки 2) додаткового злакового компонента, тобто у шести-, семи- та дванадцятикомпонентних травосумішках, зниження урожайності було значно меншим (на 9,2–15,6 %).

На основі середньої врожайності та коефіцієнтів варіації (CV%) можна зробити висновки щодо доцільності використання травосумішок протягом трьох або чотирьох років. Кращими варіантами є ті травосумішки, які мають високу середню врожайність та низький коефіцієнт варіації. Коефіцієнти варіації, в середньому за перші три роки використання, становили 1,69–8,56 %, тоді як на четвертий рік використання вони зросли до 5,13–18,08 %. Значне зростання варіації (14,59–18,08 %) на четвертий рік використання спостерігалось у травосумішках 1 і 2, що вказує на нестабільність урожайності. Збільшення кількості компонентів в травосумішках з трьох – п'яти до шести,

семи та дванадцяти забезпечує вищу стабільність урожайності упродовж усіх років.

Принципи підбору компонентів для травосумішей на схилових землях ґрунтуються на вивченні їхньої залежності від біологічних і екологічних факторів, які впливають на їх довголіття, урожайність і проектне покриття ґрунту [9, 16]. Залежно від умов вирощування та тривалості використання різні види у травостоях проявляють різну активність.

З першого року використання у травостоїв основну роль у формування урожайності (рис. 2) відігравали бобові

трави (конюшина лучна та гібридна) зі злакових трав домінувала пажитниця багаторічна, інші види, зокрема тимофіївка лучна, яка належить до пізньостиглих трав, були пригнічені. Проведений ботанічний аналіз травосумішок показав, що вміст бобових трав становив на слабозмитих ґрунтах 78,8–87,3 %, а злакових – 15,0–20,3 %, на середньозмитих – 65,4–86,2 % і 12,6–32,4 % відповідно. Як на слабо змитих (43,7–73,4%), так і на середньо змитих (41,7–78,2 %) серед бобових трав домінувала конюшина лучна, а зі злаків (6,7–15,2 % та 14,6–22,8 %) пажитниця багаторічна.

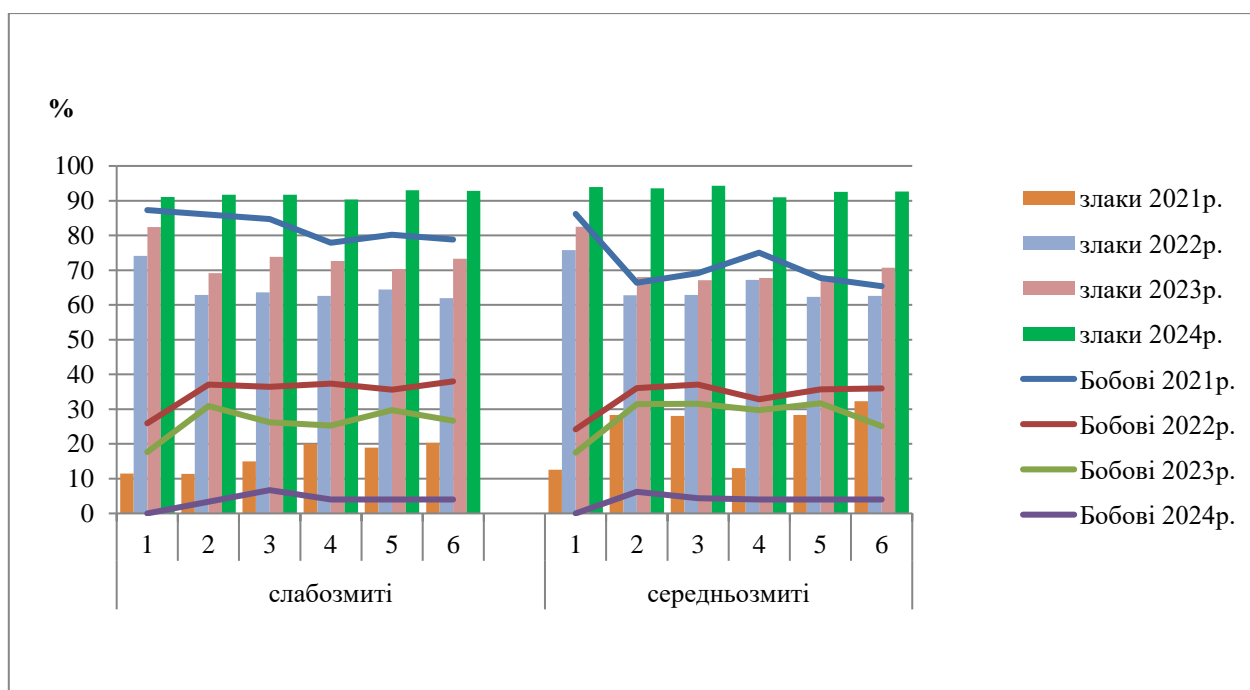


Рис. 2. Ботанічний склад різнокомпонентних багаторічних бобово-злакових травосумішок, % (2021-2024 рр.)

На другий рік використання році вміст бобових трав на слабозмитих ґрунтах становив 25,9–38,0 %, на середньозмитих 24,2–36,0 %. Як на слабозмитих (20,2–22,3 %) так і на середньозмитих (17,4–24,5 %) серед бобових трав домінувала конюшина лучна, а зі злаків пажитниця багаторічна (20,0–43,3 та 26,3–44,0 %) і тимофіївка лучна (32,0–39,7 та 25,6–38,9 %).

На третій рік використання ботанічний аналіз травосумішок показав,

що вміст бобових трав становив на слабозмитих ґрунтах 17,6 – 30,9 %, на середньозмитих 17,5 – 31,7 %. Вміст конюшини лучної на слабозмитих – 10,8–14,6 %, на середньозмитих – 10,2–14,5 %, конюшини гібридної – 9,5–14,0 та 8,3–17,4 %, а зі злаків (22,2–31,8 % та 23,0–31,4,0 %) пажитниця багаторічна та тимофіївка лучна (35,2–50,0 і 30,2–51,2 %). Коефіцієнт кореляції Пірсона (r) для перших трьох років становить 0,97, що вказує на дуже

сильний позитивний зв'язок між вмістом бобових трав у травостої та урожайністю.

На четвертий рік використання в травостоях домінували багаторічні злакові трави (90,3–92,8 % на слабовмитих і 91,0–93,9 % на середньозмитих ґрунтах), вміст бобових трав був незначний (3,4–6,7 % на слабовмитому і 4,0–6,2 % на середньозмитому ґрунті). Відмічена сильна залежність між зменшенням вмісту бобових та падінням врожайності (коваріація 11,25). Зменшення вмісту бобових вплинуло сильніше, ніж збільшення щільності травостою, оскільки зниження урожайності (3,22 т/га) через втрату бобових більше, ніж підвищення врожайності (2,62 т/га) через збільшення щільності травостоїв.

Інформативним параметром динамічних тенденцій сіяних лучних ценозів, які впливають на його продуктивність та стійкість є структурні зв'язки між компонентами травосумішок, які відображають закономірності структурно-функціональної організації фітофлори агроценозу [3]. Результати кореляційного та регресійного аналізу показують ступінь залежності травосумішок та їх адаптації до зовнішніх умов, допомагаючи приймати рішення щодо оптимізації складу травосумішок.

Щоб проаналізувати кореляційну залежність між урожайністю травосумішок по роках, побудували кореляційну матрицю, яка показала рівень взаємозв'язку між усіма травосумішками по роках використання.

Якщо взяти коефіцієнт кореляції за 2021 рік як 1, то у 2022 р. він становив 0,654, у 2023 – 0,205, а у 2024 – 0,351. Це свідчить про те, що кореляційний зв'язок між урожайністю травосумішок і роками їх використання поступово знижувався. Якщо у другий рік використання залежність залишалася високою, то надалі вона послаблювалася. Це вказує на те, що на урожайність травосумішок значний вплив мали інші фактори, зокрема кількість компонентів у суміші, що впливали на кінцеві результати.

Збільшення кількості компонентів у травосумішках від трьох до дванадцяти демонструє позитивну кореляційну залежність із врожайністю. У перший рік використання коефіцієнт кореляції становив 0,37, у другий та третій роки він був помірним ($r = 0,53$ – $0,59$), а на четвертий рік спостерігався вже сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,70$) між кількістю компонентів у травосумішках та їхньою врожайністю.

Зростання залежності врожайності травосумішок від кількості компонентів відбувалося на фоні зменшення частки бобових у травостоях (рис. 2). Це свідчить про те, що зі зниженням вмісту бобових їхній вплив на врожайність поступово зменшувався (нівелювався). Водночас збільшення кількості злакових компонентів частково компенсувало зниження врожайності, що, своєю чергою, посилювало залежність урожайності від кількості компонентів у травосумішках.

Кореляційна залежність між травосумішкою 1 та іншими травосумішками демонструє позитивну кореляцію на збільшення видового складу травосумішок. Однак цей вплив варіюється від помірного до сильного. Так, на слабовмитих ґрунтах збільшення кількості компонентів травосумішок з трьох до п'яти (травосумішка 1 – пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна, травосумішка 2 – пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий) забезпечило показник високого рівня позитивної кореляції урожайності сухої маси (коефіцієнт кореляції: 0,79). Збільшення кількості компонентів травосумішок з трьох до шести (травосумішка 1 – травосумішка 3 – пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, костриця лучна, конюшина лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий) забезпечило показник дуже сильної позитивної кореляції ($r = 0,87$). Однак, заміна в травосумішці 3 костриці лучної на стоколос безостий (травосуміш 4) забезпечило, хоча позитивну, але помірну

кореляцію урожайності сухої маси (коефіцієнт кореляції: 0,56). Це означає, що між травосумішками 1 та 4 є певний зв'язок, проте він не настільки сильний, як між травосумішками 1 і 2 чи 1 і 3.

Збільшення кількості компонентів травосумішок з трьох (травосумішка 1) до семи (травосумішка 5 – пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, костриця лучна, стоколос безостий, конюшина лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий) та дванадцяти (травосумішка 6 – пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, костриця лучна, стоколос безостий, грястиця збірна, мітлиця біла, тонконіг лучний, костриця червона, конюшина лучна, конюшина гібридна, конюшина повзуча, лядвенець рогатий) показує сильну позитивну кореляцію, що вказує на високий ступінь узгодженості між компонентами травосумішки ($r = 0,78$ та $r = 0,98$) і як результат їх продуктивність.

На середньозмитих ґрунтах кореляційний аналіз впливу видового складу травосумішок на їх врожайність показав аналогічну залежність, тобто, що збільшення кількості компонентів з трьох до п'яти – дванадцяти демонструє позитивний зв'язок, робить травосумішки більш стабільними та відповідає загальній тенденції по травосумішках.

Список використаної літератури

1. Бережнюк Є. М., Наумовська О. І., Бережнюк М. Ф. Деградаційні процеси в ґрунтах України та їх негативні наслідки для довкілля. *Біологічні системи: теорія та інновації*. 2022. Т. 13. № 3–4. С. 96–102. DOI: 10.31548/biologiya13(3-4).2022.014.
2. Боговін А. В., Пташник М. М., Дудник С. В. Відновлення продуктивних, екологічно стійких трав'янистих біогеоценозів на антропотрансформованих едафотобах. К. : Центр учбової літератури, 2017. 356 с.
3. Бугрин О. М., Бугрин Л. М. Вплив складу травосумішей та біолого-мінерального удобрення на кормову продуктивність лучних агрофітоценозів на схилі землях. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (2). С. 37–52. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(68\)-2-3](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-2-3).
4. Векленко Ю. А., Козленко О. М., Бадюк М. М. Агроєкологічне обґрунтування способу прискореного залуження схиліх земель в

Висновки. В перші три роки використання травостоїв кореляційна залежність урожаю від кількості компонентів травосумішки низька, на четвертий рік використання відмічений сильний ($r = 0,70$) кореляційний зв'язок на збільшення кількості компонентів в травосумішках. Зростання залежності урожайності травосумішок від кількості компонентів відбувалося на фоні зменшення процентного вмісту бобових в травостоях.

Трикомпонентна (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна) та п'ятикомпонентна (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна, конюшина гібридна, лядвенець рогатий) травосумішки демонстрували значне зростання варіації (14,59–18,08 %) на четвертий рік використання, що вказує на нестабільність урожайності та доцільність використовувати їх 3 роки.

Шести-, семи-, дванадцятикомпонентні травосумішки демонструють позитивний зв'язок, робить травосумішки більш стабільними. впродовж чотирьох років використання забезпечують високу продуктивність, що вказує на високу адаптаційну їх здатність й доцільність використовувати чотири і більше років.

References

1. Berezhniak Ye. M., Naumovs'ka O. I., Berezhniak M. F. Degradation processes in soils of Ukraine and their negative consequences for the environment. *Biologichni systemy: teoriya ta innovatsiyi*. 2022. Vol. 13 No. 3–4. P. 96–102. DOI: 10.31548/biologiya13(3-4).2022.014.
2. Bohovin A. V., Ptashnik M. M., Dudnyk S. V. Restoration of productive, ecologically sustainable herbaceous biogeocenoses on anthropotransformed edaphotopachs. K. : Tsentr uchbovoyi literatury, 2017. 356 p.
3. Buhryn O. M., Buhryn L. M. The influence of the composition of grass mixtures and biological-mineral fertilizers on the forage productivity of meadow agrophytocenoses on sloping lands. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2020. Vol. 68 (2). P. 37–52. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-2-3.
4. Veklenko Yu. A., Kozlenko O. M., Badiuk M. M. Agroecological justification of the method of accelerated grassing of sloping lands

Правобережному Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2023. № 96. С. 110–121. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/1499/1278>.

5. Грунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення : монографія / за ред. С. А. Балюка, А. В. Кучера, М. І. Ромащенко. Київ : Аграрна наука. 2024. 340 с. DOI: 10.31073/978-966-540-612-9.

6. Дзюбайло А. Г., Пилипів Н. І. Динаміка щільності сіяного травостою залежно від удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 80–95. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/71-1/5.pdf>.

7. Ерозія ґрунтів як чинник опустелювання агроландшафтів України / О. Г. Тараріко та ін. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240316>.

8. Камінський В. Ф., Коломієць Л. П., Шевченко І. П. Науково-методичні аспекти використання еродованих земель в агроландшафтах зони Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11 (788). С. 13–18. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2018_11_02.pdf.

9. Карбівська У. М. Накопичення кореневої маси та симбіотичного азоту бобово-злаковими травосумішками. *Наукові горизонти*. № 05 (90). 2020. С. 22–28. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-29-35.

10. Створення та використання лучних ценозів Карпатського регіону: монографія / Г. Я. Панахид та ін. Львів : СПОЛОМ, 2017. 300 с.

11. Технологія формування бобово-злакових смугових агрофітоценозів в органічному луківництві на осушуваних органогенних ґрунтах Лівобережного Лісостепу / О. Г. Опанасенко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2024. № 4 (853). С. 22–28. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2024_04_03.pdf.

12. Штакал М. І., Штакал В. М. Теоретичні основи лучного кормовиробництва на осушених торфовищах : монографія / за наук. ред. д. с.-г. н. М. І. Штакала. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 184 с. https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2021/04/a5_monografiya-shtakal-28-10-20.pdf.

13. Ямелинець Т. Інформаційне ґрунтознавство : монографія. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка. 2022. 352 с. <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/05/YAmelynets-Infomatsiyne-gruntozn-2022-bookl.pdf>.

14. An Erosion-Based Approach Using Multi-Source Remote Sensing Imagery for Grassland Restoration Patterns in a Plateau Mountainous Region, SW China / Guokun Chen et al. *Remote Sens*. 2023. Vol. 15 (8). 2047 p. <https://doi.org/10.3390/rs15082047>.

15. Ivo Horák, Petr Marada. Erosion and the Economic Evaluation of the Conservation Grassland as an Existing Effective Tool to Reduce Erosion. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae*

in the Right-Bank Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2023. No. 96. P. 110–121. fri-journal.com/index.php/journal/article/view/1499/1278.

5. Soil cover of Ukraine in conditions of military operations: state, challenges, restoration measures: monohrafiya/ za red. S. A. Balyuka, A. V. Kuchera, M. I. Romashchenka. Kyiv : *Ahrarna nauka*. 2024. 340 p. DOI: 10.31073/978-966-540-612-9.

6. Dzyubaylo A. H., Pylypiv N. I. Dynamics of the density of sown grass depending on fertilization. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2022. Vol. 71 (1). P. 80–95.

7. Soil erosion as a factor in desertification of agricultural landscapes of Ukraine / O. H. Tarariko et al. *Ahroekolohiyanyu zhurnal*. 2021. № 2. P. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240316>.

8. Kaminskyi V. F., Kolomyiets' L. P., Shevchenko I. P. Scientific and methodological aspects of the use of eroded lands in agrolandscapes of the Forest-Steppe zone. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2018. No. 11 (788). P. 13–18. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2018_11_02.pdf.

9. Karbivska U. M. Accumulation of root mass and symbiotic nitrogen by legume-grass mixtures. *Naukovi horyzonty*. № 05 (90). 2020. P. 22–28. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-29-35.

10. Creation and use of meadow cenoses of the Carpathian region : monograph / G. Ya. Panahyd et al. Lviv : СПОЛОМ, 2017. 300 p.

11. Technology of formation of legume-grass strip agrophytocenoses in organic meadow farming on drained organogenic soils of the Left-Bank Forest-Steppe / O. H. Opanasenko et al. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2024. № 4 (853). P. 22–28. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2024_04_03.pdf.

12. Shtakal M. I., Shtakal V. M. Theoretical foundations of meadow fodder production on drained peatlands : monograph / za nauk. red. d. s.-h. n. M. I. Shtakala. Vinnytsya : TOV «ТВОРИ», 2020. 184 p. https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2021/04/a5_monografiya-shtakal-28-10-20.pdf.

13. Yamelynets T. Information soil science : monograph. Lviv : LNU im. Ivana Franka. 2022. 352 p. <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/05/YAmelynets-Infomatsiyne-gruntozn-2022-bookl.pdf>.

14. An Erosion-Based Approach Using Multi-Source Remote Sensing Imagery for Grassland Restoration Patterns in a Plateau Mountainous Region, SW China / Guokun Chen et al. *Remote Sens*. 2023. Vol. 15 (8). 2047 p. <https://doi.org/10.3390/rs15082047>.

15. Ivo Horák, Petr Marada. Erosion and the Economic Evaluation of the Conservation Grassland as an Existing Effective Tool to Reduce Erosion. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2023. Vol. 71 (3). P. 141–153. DOI: 10.11118/actaun.2023.010.

Brunensis. 2023. Vol. 71 (3). P. 141–153. DOI: 10.11118/actaun.2023.010.

16. Lal R. Soil Conservation for Erosion Control. *Encyclopedia of Soil Science*. 2017. P 1–4. DOI: 10.1002/9781118451369.ch44.

17. Morgan R. P. C. «Soil Erosion and Conservation». *Third Edition, Blackwell Publishing*, 2005. 304 p. DOI: 10.1111/j.1365-2389.2005.0756f.x.

18. Pimentel D. Soil Erosion: A Food and Environmental Threat. *Environment, Development and Sustainability*. 2006. Vol. 8 (1). P. 119–137. DOI: 10.1007/s10668-005-1262-8.

19. Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services Schulte / H. Asbjornsen et al. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2013. 29 (2). P. 101–125. DOI: 10.1017/S1742170512000385.

20. The impact of cover crops on soil erosion in the US Midwest/ Le Chen et al. *Journal of Environmental Management*. 2022. Vol. 324. P. 116168. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116168>.

16. Lal R. Soil Conservation for Erosion Control. *Encyclopedia of Soil Science*. 2017. P 1–4. DOI: 10.1002/9781118451369.ch44.

17. Morgan R. P. C. «Soil Erosion and Conservation». *Third Edition, Blackwell Publishing*, 2005. 304 p. DOI: 10.1111/j.1365-2389.2005.0756f.x.

18. Pimentel D. Soil Erosion: A Food and Environmental Threat. *Environment, Development and Sustainability*. 2006. Vol. 8 (1). P. 119–137. DOI: 10.1007/s10668-005-1262-8.

19. Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services Schulte / H. Asbjornsen et al. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2013. 29 (2). P. 101–125. DOI: 10.1017/S1742170512000385.

20. The impact of cover crops on soil erosion in the US Midwest/ Le Chen et al. *Journal of Environmental Management*. 2022. Vol. 324. P. 116168. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116168>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-4

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.16:632.4

**СТІЙКІСТЬ СОРТОЗРАЗКІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО
ДО УРАЖЕННЯ ЛИСТКОВИМИ ГРИБНИМИ ХВОРОБАМИ
В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ****Г. Я. Біловус, Ю. А. Лісова, Г. І. Марухняк, О. А. Ващишин**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Галина БІЛОВУС,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-7527-5832

Юлія ЛІСОВА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-1761-0441

Галина МАРУХНЯК,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0003-4519-2934

Оксана ВАЩИШИН,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-9271-1859

Для листування:

Галина БІЛОВУС
e-mail: bilovus.galina72@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

28 травня 2025 р.

Погоджено до друку:

3 червня 2025 р.

В Україні в зерновому балансі ячмінь ярий традиційно є однією з провідних зернофуражних культур. Однак, попри великий потенціал продуктивності культури урожайність та валові збори його зерна невисокі й нестабільні за роками, що зумовлено комплексом метеорологічних, агробіологічних та агротехнічних факторів. У зв'язку з цим, під час розробки та освоєння програм інтегрованого захисту особливої уваги потребує добір і використання в господарстві сортів, що виявляють стійкість проти найпоширеніших і найнебезпечніших видів шкідливих організмів. Тому сьогодні є актуальним створення сортів ячменю ярого з груповою стійкістю до збудників хвороб з господарсько-цінними ознаками. Сітчаста плямистість (збудник – гриб *Drechslera teres* Shoem.) та борошнеста роса (збудник – гриб *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. hordei.) одні з найбільш небезпечних грибних хвороб ячменю ярого, які сприяють значні втрати врожаю та його якості. В статті за результатами досліджень наведено дані польової стійкості до збудників грибних листових хвороб ячменю ярого в розсаднику конкурсного сортовипробування в умовах Західного Лісостепу. Встановлено рівень стійкості сортів ячменю ярого до збудників борошнестої роси та сітчастої плямистості в лабораторних та польових умовах. Виділено сортономері: Орвел, Чудовий / Княжий, СОЛ 42 / ST 167, Одеський 164 / Бескид, Княжий / Рось, Княжий / Толар, Надія / Толар, Надія / Гетьман, Abis. 1105 / Надія, Вікторіана / Бескид, Henley / Бескид, Скарлет / Заграва, Заграва / Скарлет з груповою стійкістю до ураження збудниками борошнестої роси та сітчастої плямистості. Рекомендовано селекціонерам кращі сортозразки для створення нових продуктивних з високою стійкістю до даних збудників хвороб сортів в умовах Західного Лісостепу.

Ключові слова: ячмінь ярий, сортозразок, борошнеста роса, сітчаста плямистість, стійкість.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Біловус Г. Я., Лісова Ю. А., Марухняк Г. І., Ващишин О. А., 2025

Resistance of spring barley varieties to the leaf fungal diseases in the conditions of the Western Forest-Steppe

Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Halyna BILOVUS
ORCID: 0000-0001-7527-5832

Yulia LIHOVA
ORCID: 0000-0002-1761-0441

Halyna MARUKHNYAK
ORCID: 0000-0003-4519-2934

Oksana VASHCHYSHYN
ORCID: 0000-0002-9271-1859

For corresponding:

Halyna BILOVUS
e-mail: bilovus.galina72@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

May 28, 2025

Accepted:

June 3, 2025

In Ukraine, spring barley is traditionally one of the leading grain forage crops in the grain balance. However, despite the great potential of crop productivity, the yield and gross harvest of its grain are low and unstable over the years, which is due to a complex of meteorological, agrobiological and agrotechnical factors. In this regard, during the development and mastering of the integrated protection programs, special attention is required to selection and use of varieties that exhibit resistance to the most common and most dangerous types of harmful organisms. Therefore, today it is relevant to create spring barley varieties that would combine resistance to pathogens with economically valuable traits. Net blotch (causative agent – fungus *Drechslera teres* Shoem.) and powdery mildew (causative agent - fungus *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *hordei*.) are some of the most dangerous fungal diseases of spring barley, which contribute to significant losses in yield and quality. The article presents data on field resistance to pathogens of fungal leaf diseases of spring barley in a competitive variety testing nursery in the conditions of the Western Forest-Steppe. The level of resistance of the spring barley varieties to pathogens of powdery mildew and net blotch in laboratory and field conditions was established. The following varieties were identified: Orvel, Chudovyi / Knyazhyi, SOL 42 / ST 167, Odeskyi 164 / Beskyd, Kniazhyi / Ros, Kniazhyi / Tolar, Nadiia / Tolar, Nadiya / Hetman, Abis. 1105 / Nadiia, Viktoriana / Beskyd, Henley / Beskyd, Scarlet / Zahrava, Zahrava / Scarlet with group resistance to pathogens of powdery mildew and net blotch. The best varietal samples were recommended to breeders for creating new productive varieties with high resistance to these pathogens in the conditions of the Western Forest-Steppe.

Keywords: spring barley, varietal sample, powdery mildew, net blotch, resistance.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Ярий ячмінь за посівними площами посідає четверте місце у світі (80 млн га) після пшениці, рису та кукурудзи. Валовий збір досягає 158 млн т, середня врожайність становить 2,2 т/га. Найвищі врожаї зерна збирають у Бельгії – 6–8 т/га; Нідерландах – 6,5; Данії – 5,5; Франції – 6; Німеччині – 5,9 т з гектара. На сьогодні площі ярого ячменю в Україні сягають 2,3–2,7 млн га при валових зборах 5,6–5,8 млн т при середній урожайності 2,1–2,3 т/га. Він є важливою експортною культурою, 500 тис. га можна щорічно відводити під вирощування пивоварних сортів, які мають бути української селекції. Слід відзначити, що останнім часом в Україні на відміну від загальносвітових тенденцій зростання виробництва ячменю,

посівні площі зменшились під культурою на користь більш урожайних – соняшнику, сої, ріпаку та кукурудзи [5, 8].

Характерною особливістю вирощування ячменю в умовах Західного Лісостепу є низький рівень урожайності та нестабільність виробництва даної культури за роками. Це можна пояснити, як порушенням технології вирощування, так і глобальними кліматичними змінами. Слід відзначити, що сорти ярого ячменю з потенціалом урожайності зерна 8,0–9,0 т/га і більше, аграрії в середньому по країні збирають до 3,5 т/га.

Кліматичні зміни стають реальним чинником, що зумовлює трансформацію ценозів сільськогосподарських культур у зв'язку із погіршенням економічних умов

виробництва зерна та порушенням технології вирощування [7, 9].

Дослідженнями вчених доведено, що зміни клімату призводять до порушень природних процесів, тривалості вегетаційного періоду, швидкості проходження окремих етапів органогенезу рослин [7, 10].

Останніми роками в Україні різко збільшується використання зерна ярого ячменю для виробництва пива. У зв'язку з цим перед селекціонерами постає завдання щодо створення сортів, які відповідали б сучасним вимогам пивзаводів для виготовлення пива, конкурентоспроможних на внутрішніх і світових ринках. Зерно ячменю з високими пивоварними якостями може формуватися в окремих областях України: Вінницькій, Волинській, Житомирській, Івано-Франківській, Київській, Львівській, Рівненській, Сумській, Тернопільській, Хмельницькій, Черкаській, Чернівецькій, Чернігівській. Вирощене в інших областях зерно ячменю має низький процент екстрактивних речовин і високий вміст білка та плівки, через що дає малий вихід пива низької якості.

У 2006 р. адміністрація США з питань харчів та лікарських засобів (U.S. Food and Drug Administration – FDA) віднесла харчові продукти, які містять зерно ячменю, до таких, що знижують ризик хвороби коронарних судин серця. Найбільш цінними у харчовому відношенні фракцією ячменю є некрохмалисті полісахариди, або NSPs (non starch polysaccharides), які є структурними елементами клітинних стінок тканин плівки, алейронового шару та ендосперму зерна. Основними некрохмалистими полісахаридами, або загальною дієтичною клітковиною (total dietary fiber) є β -глюкани, арабіноксилани й целюлоза. Вміст β -глюканів у зерні ячменю становить від 2,0 до 11,0 %, тоді як у пшениці не перевищує 0,2 %. Ячмінь ваксі (крохмаль зерна майже повністю складається з амілопектину) містить β -глюканів у порівнянні зі звичайним ячменем на

32–41 % більше, а у деяких мутантних форм голозерного ячменю знайдено до 15–16 % β -глюканів. Численними медичними дослідженнями встановлено, що β -глюкани є потужним лікувальним і профілактичним засобом проти смертоносних хвороб століття: серцево-судинних захворювань, завдяки зниженню вмісту шкідливого LDL-холестерину в плазмі крові, цукрового діабету, сприяють низькому гліцемічному та інсуліномічному індексам, виразкових та онкологічних захворювань шлунка і кишківника. В Україні, ЄС, Канаді, США, Австралії та інших країнах з розвинутим пивоварним виробництвом основним шляхом поліпшення якості ячменю є селекція. Слід відзначити, що окрім загальних до усіх сортів вимог пивоварні сорти ячменю, повинні мати ще ряд сортових особливостей, від яких залежить вихід екстракту на який впливають технологія вирощування та ґрунтово-кліматичні умови регіону [11, 20–23].

Селекцією ячменю, придатною для пивоваріння, займаються дуже багато установ та дослідників в багатьох країнах світу. Лише в Україні таких установ – 16, серед них 6 – приватні фірми. Найбільш помітних успіхів в селекції ярого ячменю досягли в Селекційно-генетичному інституті, Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, Вінницькій ДСГДС, Миронівському інституті пшениці ім. В. Н. Ремесла. Завдяки такому асортименту сортів ярого ячменю забезпечуються потреби найвимогливіших виробників. Вітчизняні пивоварні сорти не гірші за європейські й створюються на однаковій генетичній основі, але перевершують їх за адаптивністю до місцевих умов вирощування. Не дають вони високої сировини через низьку продуктивність у виробництві у зв'язку з порушенням агротехнічних вимог при їх вирощуванні. Встановлено, що зерно пивоварних сортів матиме відповідні властивості тільки при врожайності 4,5–6,0 ц/га.

Селекційна робота з ярим пивоварним ячменем в Інституті сільського господарства Карпатського регіону

розпочалася у 1986 р. За цей період було створено сорти: Мікро-3, Надія, Поступ, Княжий, Орвел, Актуал, Абсолют.

Виробництво пивоварного ячменю у Європі виділено в окрему галузь зернового господарства. Найвища його концентрація відмічається в країнах з найбільш сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами. У виробництві пивоварного ячменю провідне місце у Європі займає Чехія, де до ячменю ставляться такі вимоги: висока і стабільна урожайність зерна при добрій його вирівняності й значному вмісті великих зерен, овально видовжена форма зернівки, абсолютна маса 40–45 г, тонка солонисто-жовта плівка, висока екстрактивність, низький вміст білка і бета-глюканів та висока діастатична сила, стійкість до вилягання рослин і недовготривале післязбиральне дозрівання зерна.

Великі площі, які зайняті однією культурою, впровадження короткоротаційних сівозмін провокують накопичення та активний расоутворювальний процес всередині природних популяцій патогенів, ураження якими призводить до значних недоборів урожаю. Основною причиною швидкої втрати сортами стійкості до відповідних захворювань є поява нових агресивних і високовірулентних рас збудників хвороб [1, 2].

Забезпечення селекційного процесу джерелами й донорами з груповою та комплексною стійкістю до хвороб є основною проблемою сучасної селекції на стійкість до фітопатогенів. Слід зазначити, що процес селекції на стійкість щодо хвороб має неперервний характер. Це свідчить про велике значення світової колекції, яка являється біологічним фундаментом в даному напрямку.

Добір сортів сільськогосподарських культур має особливе значення у захисті посівів від шкодочинних організмів, обмеженні застосування спеціальних захисних заходів, особливо хімічних [3, 6].

В Україні створено багато сортів ячменю ярого з комплексом господарсько-

цінних ознак, які можуть запропонувати виробникам усіх форм власності високоінтенсивні, інтенсивні та напівінтенсивні сорти з широким потенціалом урожайності та якості зерна, адаптовані до конкретних умов вирощування [12, 17–19].

Особливу увагу потрібно приділяти вибору сорту, адже більшість сортів за сприятливих умов можуть забезпечувати дуже високу врожайність, але за несприятливих значно її знижувати, що свідчить про невірний підбір сортів. Слід максимально використовувати рекомендації регіональних науково-дослідних установ – оригінаторів сортів та центрів наукового забезпечення сільського господарства, щоб цього уникнути. Тому сьогодні є актуальним створення сортів ячменю ярого, які б володіли груповою стійкістю до основних хвороб.

Мета досліджень – визначити сортозразки ячменю ярого з високою стійкістю до збудників борошнистої роси та сітчастої плямистості з господарсько-цінними ознаками в умовах Лісостепу Західного.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж 2019–2020 рр. на сортах ячменю ярого у конкурсному розсаднику за загальноприйнятими методиками в фітопатології [15, 16].

Польові роботи проводилися на базі селекційно-насінницького комплексу Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН в с. Ставчани Львівської області, лабораторні – в лабораторії захисту рослин (ідентифікація збудників хвороб). Посіви ячменю ярого розміщували в селекційній сівозміні. Агротехніка вирощування культури була загальноприйнята для зони Західного Лісостепу.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглесний на лесоподібних суглинках. За механічним складом він крупнопилувато легкосуглинковий, майже безструктурний,

після обробітку дуже ущільнюється. Характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,8 %, рН сольової витяжки (потенціометричний метод) – 4,9, гідролітична кислотність (за Капшеном – Гільковицем) – 2,95 мг-екв./100 г ґрунту, вміст рухомого фосфору й обмінного калію (за Кірсановим) – 98 і 87 мг на 1 кг ґрунту, лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 86 мг на 1 кг ґрунту.

Розсадник конкурсного сортовипробування – це кінцевий етап селекційного процесу, де вивчаються кращі сортозразки, відібрані в попередньому сортовипробуванні. Площа облікової ділянки – 20 м², повторність – 4-разова, норма висіву насіння – 5 млн шт. схожих насінин на 1 га. Посів конкурсного сортовипробування здійснювали сівалкою СКС-6-10 з апаратом центрального висіву, а збирання врожаю – прямим комбайнуванням комбайном «Сампо-130».

Об'єктом дослідження були сортозразки ячменю ярого: Командор, Орвел, Чудовий / Княжий, СОЛ 42 / ST 167, Одеський 164 / Бескид, Княжий / Рось, Княжий / Оболонь, Княжий / Толар, Надія / Толар, Надія / Гетьман, Abis. 1105 / Надія, Скарлет / Оболонь, Вікторіана / Бескид, Henley / Бескид, Галичанин / Бескид, Всесвіт / Бескид, Скарлет / Заграва, Заграва / Скарлет.

При вирощуванні ячменю ярого застосовували загальноприйняту агротехніку для умов Західного Лісостепу. Гербіцидом гроділ Максі 375 OD, МД (0,11 л/га.) проводили обприскування проти бур'янів у фазі ВВСН 13 ячменю ярого.

Обліки ураження борошністою росю, сітчастою плямистістю, проводили на природному фоні у фазах: виходу в трубку, колосіння, молочна стиглість за загальноприйнятими методиками [15].

Борошністу росу на ячмені ярому обліковували за фактично зайнятою грибницею або плямами площі листків і стебел за 9-бальною шкалою [15]:

9 – дуже висока і висока стійкість – ураження 0 %;

8 – дуже висока і висока стійкість – ураження 5 %;

7 – стійкі – ураження 10 %;

6 – стійкі – ураження 15 %;

5 – слабка сприйнятливість – ураження 25 %;

4 – сприйнятливість – ураження 40 %;

3 – сприйнятливість – ураження 65 %;

2 – висока сприйнятливість – ураження 90 %;

1 – дуже висока сприйнятливість – ураження 100 %

Плямистості листя (сітчасту) ячменю обліковували за 9-бальною шкалою [16]:

9 – дуже висока і висока стійкість – ураження 0 %;

8 – дуже висока і висока стійкість – ураження 5 %;

7 – стійкі – ураження 10 %;

6 – стійкі – ураження 15 %;

5 – слабка сприйнятливість – ураження 25 %;

4 – сприйнятливість – ураження 40 %;

3 – сприйнятливість – ураження 65 %;

2 – висока сприйнятливість – ураження 90 %;

1 – дуже висока сприйнятливість – ураження 100 %.

На завершальних етапах селекційного процесу до загальних показників додавали дані структури рослин, урожайності. За основними показниками проводили математичний аналіз встановлюючи вірогідність та показність.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel «Statistica 6.0». Математична обробка даних урожайності та кількісних ознак проводилася дисперсійним методом.

Результати та обговорення. Погодні умови вегетаційного періоду ячменю ярого відповідали тенденціям останніх років, тобто зменшення кількості опадів і зростання температури повітря.

Квітень 2019 р. характеризувався теплою та сухою погодою (температура повітря була на 10,0 °С (+2,6 °С до норми), опадів на 18,2 мм менше норми). У травні температура була дещо вища за норму

(+0,3 °C), а кількість опадів була набагато вища за норму (+64,6 мм).

Червень і липень характеризувалися теплою і сухою погодою (опадів випало

відповідно на 29,9 і 20,8 мм менше за норму, а температура повітря – на 3,9 і 0,8 °C перевищувала норму), рис. 1, 2.

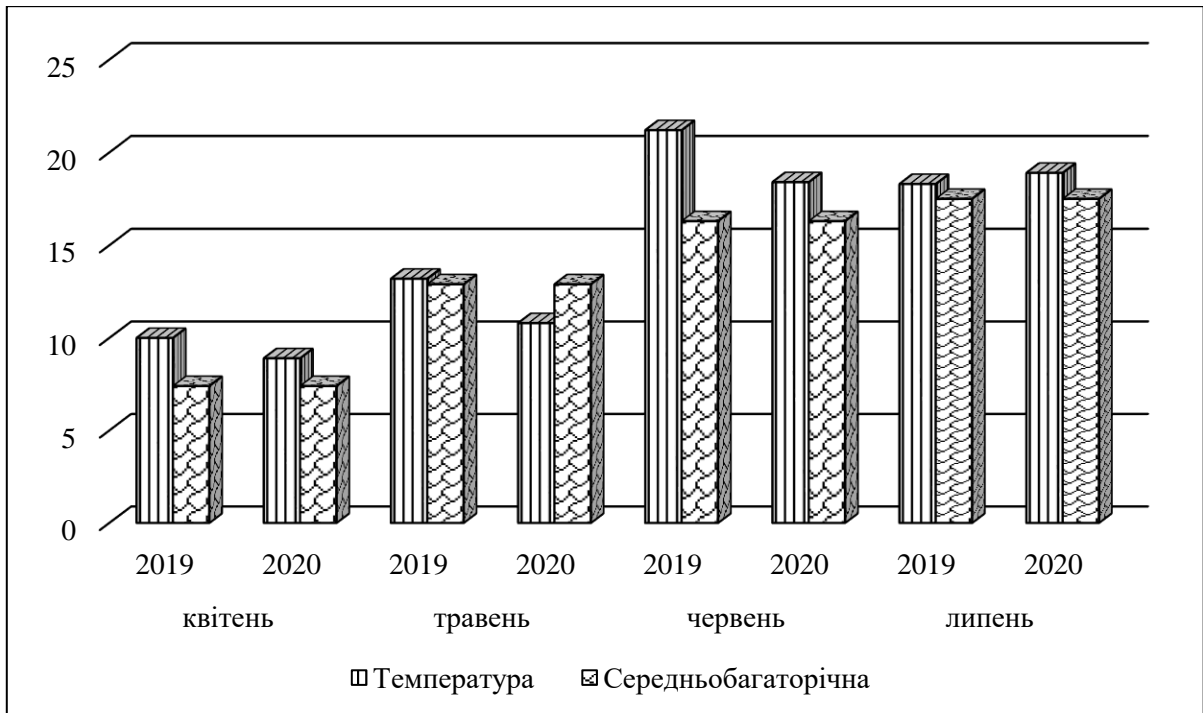


Рис. 1. Температура повітря в °C, 2019-2020 рр.

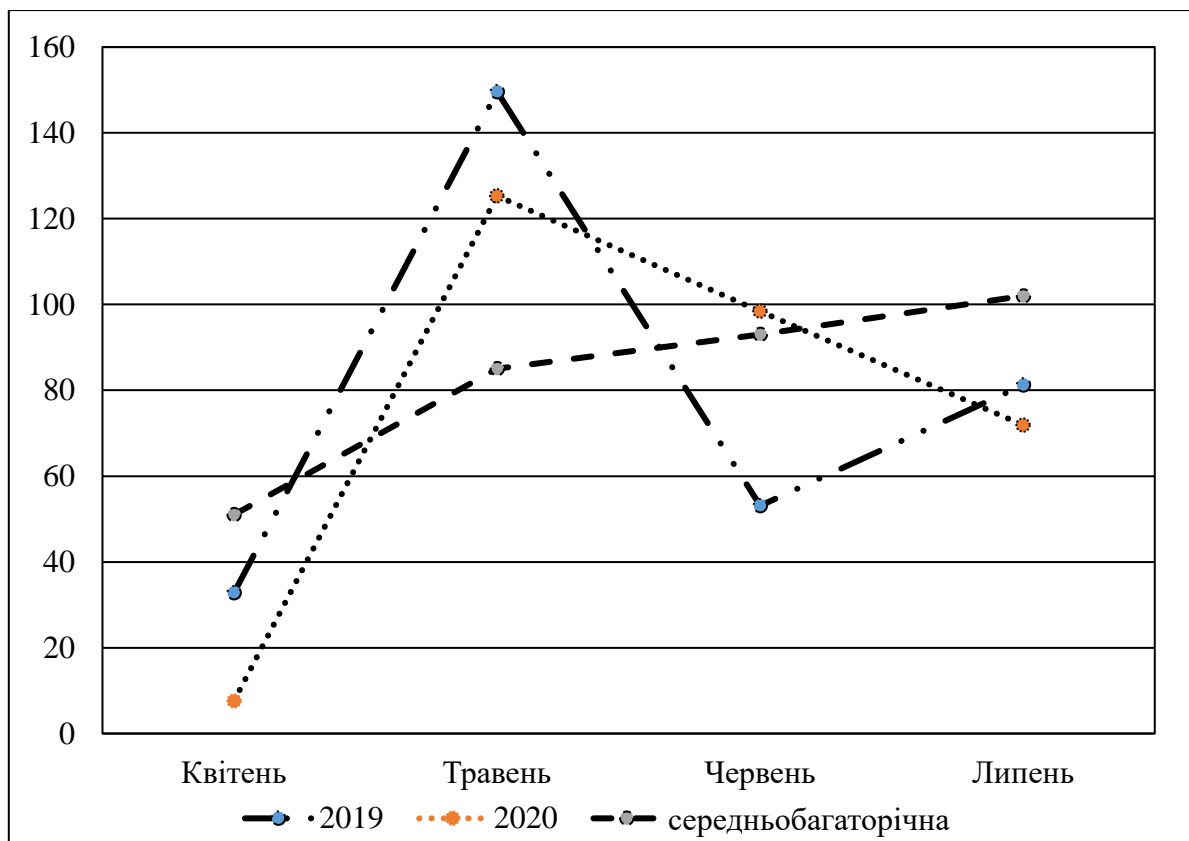


Рис. 2. Оподи в мм, 2019–2020 рр.

Середньодобова температура квітня була вищою за норму на 1,5 °С і становила 8,9 °С. Відчутний був дефіцит опадів: за місяць випало лише 7,6 мм (за норми 51 мм), а в I декаді опади відсутні.

У травні погодні умови змінилися, а саме температура повітря виявилася нижчою від норми на 2,1 °С і дорівнювала 10,8 °С, опадів випало в надлишку: 125,8 мм за норми 85 мм.

У I декаді червня середньодобові температури повітря відповідали нормі (15,7 °С), в II та III – дорівнювали 19,4 і

20,0 °С і були вищими за норму відповідно на 3,4 та 2,8 °С. Місячна кількість опадів становила 98,4 мм за норми 93 мм.

Вищі за норму середньодобові температури повітря відзначили також в липні (на 1,4 °С) та серпні – на 3,1 °С. Кількість опадів становила відповідно 70,5 і 28,9 % місячної норми.

Отож, розвиток рослин проходив за підвищеного температурного режиму у всі місяці (за винятком травня) і нестачі вологи у квітні та її надлишку у травні й червні.

1. Біологічно-господарські показники сортозразків ячменю ярого у конкурсному сортовипробуванні 2019–2020 рр.

№ п/п	Сортозразок	Тривалість вегетаційного періоду, діб			Ступінь стійкості до збудників, бал		Стійкість до вилягання, бал	
		сходи – коло-сіння	коло-сіння – дозрі-вання	всього	борош-ниста роса	сітчаста плямис-тість	після вико-лування	перед збиран-ням
1	Командор (St)	53	45	98	7	7	9	9
2	Орвел	49	41	90	7	7	9	9
3	Чудовий / Княжий	54	39	93	7	6	9	9
4	СОЛ 42 / ST 167	54	39	93	7	6	9	9
5	Одеський 164 / Бескид	54	39	93	7	6	9	9
6	Княжий / Рось	55	38	93	7	6	9	9
7	Княжий / Оболонь	55	38	93	6	5	9	7
8	Княжий / Толар	49	42	91	7	6	9	9
9	Надія / Толар	49	46	95	7	6	9	9
10	Надія / Гетьман	51	44	95	7	6	9	7
11	Abis. 1105 / Надія	51	44	95	7	6	9	7
12	Скарлет / Оболонь	50	45	95	7	5	9	7
13	Вікторіана / Бескид	49	44	93	6	6	9	7
14	Henley / Бескид	49	44	93	7	6	9	9
15	Галичанин / Бескид	49	47	96	6	5	9	9
16	Всесвіт / Бескид	49	47	96	7	5	9	9
17	Скарлет / Заграва	49	47	96	6	6	9	7
18	Заграва / Скарлет	51	47	96	7	7	9	7
Середнє значення		51,1	43,1	94,1	6,7	5,9	9	8,2
min		49	38	90	5	6	9	7
max		55	47	98	7	7	9	9
Розмах варіації		6	9	8	2	1	0	2

Слід відзначити, що період сходи-колосіння є важливим періодом у формуванні майбутнього урожаю ячменю ярого. У період сходи-кущіння-вихід у

трубку поряд з утворенням бічних пагонів формується вторинна коренева система та закладаються відповідно колоскові горбики, однак період з виходу в трубку до

колосіння є критичним, оскільки є швидкий приріст вегетативної маси, що потребує великого споживання води. В середньому за роки досліджень у с. Командор (St) період сходи-колосіння становив 53 доби, а в сортономерів: Чудовий / Княжий, СОЛ 42 / ST 167, Одеський 164 / Бескид – 54 доби. У сортономерів Княжий / Рось та Княжий / Оболонь цей період був найдовший і становив 55 діб.

Найбільш раннім періодом дозрівання зерна відзначались сортономері: Княжий / Рось, Княжий / Оболонь, в яких від колосіння до дозрівання проходило 38 діб. 46–47 діб в період від колосіння до дозрівання мали сортозразки: Галичина / Бескид, Всесвіт / Бескид, Скарлет / Заграва, Заграва / Скарлет.

Слід відзначити, що погодні умови, які склалися за роки досліджень істотно впливали на прояв висоти рослин досліджуваних зразків. За середнім показником висоти рослин в досліджувані роки сортозразки розділялися на такі групи: низькі (61–70 см) – 4 сортозразки, середньонизькі (71–80 см) – 8 сортозразків, середньостеблові (81–95 см) – 2 сортозразків.

Згідно з результатами наших досліджень висота рослин є складником стійкості до вилягання ячменю ярого. Стійкість до вилягання у середньому за роки досліджень у сортозразків становила 7–9 балів. Величину варіабельності біологічно-господарських ознак показує розмах варіації. У розсаднику конкурсного сортовипробування тривалість фази вегетаційного періоду та міжфазного періоду сходи-колосіння у селекційних сортозразків мала середній розмах варіації, а міжфазний період колосіння-повне дозрівання характеризувався більшою варіацією.

У 2019–2020 рр. метеорологічні умови вегетаційного періоду сприяли розвитку сітчастої плямистості та борошнистої роси ячменю ярого. Результати проведеної нами фітопатологічної оцінки свідчать про те, що в поточному році стійкість до даних

захворювань сортозразків ярого ячменю дуже різна.

Сітчаста плямистість (збудник – гриб *Drechslera teres* Shoem.) та борошниста роса (збудник гриб *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *hordei*.) одні з найбільш небезпечних грибних хвороб ячменю ярого, які сприяють значні втрати врожаю та якості.

Перші ознаки хвороб у 2019–2020 рр., а саме борошнистої роси й сітчастої плямистості проявились в третій декаді травня – першій декаді червня.

В результаті фітопатологічної оцінки встановлено, що в конкурсному розсаднику найвищу стійкість до борошнистої роси (бал 7) проявили впродовж років досліджень – 14 сортономерів (табл. 1).

Сприятливим за погодними умовами для розвитку хвороб виявився 2020 р., коли сума опадів за вегетаційний період становила 303,2 мм, а ГТК – 1,96 (рис. 1, 2).

Слід відзначити, що у досліджуваних сортів стійкість до борошнистої роси коливалася від 6 до 7 балів. Середньою стійкістю (6 балів) до борошнистої роси відрізнялися сортозразки: Княжий / Оболонь, Вікторіана / Бескид, Галичанин / Бескид, Скарлет/Заграва.

Більшість сортозразків мали високу стійкість до даного патогена, а саме: Командор (St), Орвел, Чудовий / Княжий, СОЛ 42 / ST 167, Одеський 164 / Бескид, Княжий / Рось, Henley / Бескид, Всесвіт / Бескид, Заграва / Скарлет, Княжий / Толар, Надія / Толар, Надія / Гетьман, Abis. 1105 / Надія, Скарлет / Оболонь.

До сітчастої плямистості високу стійкість 7 балів відзначено у сортозразків: Командор (St), Орвел, Заграва/Скарлет.

Сортономері: Орвел, Чудовий / Княжий, СОЛ 42 / ST 167, Одеський 164 / Бескид, Княжий / Рось, Княжий / Толар, Надія / Толар, Надія / Гетьман, Abis. 1105 / Надія, Вікторіана / Бескид, Henley / Бескид, Скарлет / Заграва, Заграва / Скарлет виявили групову стійкість до ураження збудниками борошнистої роси та сітчастої плямистості.

2. Показники структури рослин та технологічної якості зерна ячменю ярого сортозразків конкурсного сортовипробування, середнє 2019–2020 рр.

№ п/п	Сортозразок	Довжина, см		Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна у колосі, г	Маса 1000 зерен, г	Натурна маса, г/л
		стебла	колоса				
1	Командор (St)	58,2	8,7	21,8	1,09	50,2	568
2	Орвел	70,2	7,1	22,1	1,16	52,5	611
3	Чудовий / Княжий	77,1	7,6	21,6	1,10	50,9	571
4	СОЛ 42 / СТ 167	76,3	7,4	20,0	0,94	47,0	598
5	Одес. 164 / Бескид	69,8	8,1	26,0	1,34	51,5	585
6	Княжий / Рось	59,2	7,4	23,0	1,07	46,5	608
7	Княжий / Оболонь	64,3	8,4	25,1	1,21	48,2	565
8	Княжий / Толар	81,5	7,2	20,2	1,10	54,5	601
9	Надія / Толар	72,7	9,0	23,7	1,21	51,1	595
10	Надія / Гетьман	69,9	9,0	21,0	1,20	57,1	597
11	Abis. 1105 / Надія	73,4	7,9	24,6	1,33	54,1	603
12	Скарлет / Оболонь	69,4	7,1	20,9	1,12	53,6	591
13	Вікторіана / Бескид	75,6	7,2	21,0	0,98	46,7	599
14	Henley / Бескид	74,3	8,0	22,4	1,16	51,8	618
15	Галичанин / Бескид	80,3	9,1	23,6	1,32	55,9	619
16	Всесвіт / Бескид	74,2	7,4	21,4	1,06	49,5	607
17	Скарлет / Заграва	70,8	7,3	22,8	1,08	47,4	594
18	Заграва / Скарлет	71,7	7,1	21,7	1,03	47,5	597
Сер. значення		71,6	7,8	22,4	1,14	50,9	595,9
min		58,2	7,1	20,0	0,94	46,5	565
max		81,5	9,1	26,0	1,34	57,1	619
Розмах варіації		23,3	2,0	6,0	0,40	10,6	54,0

У таблиці 2 показані окремі показники структурного аналізу та фізичної якості зерна сортозразків ячменю ярого.

Ми провели аналіз структурних компонентів продуктивності для встановлення визначальних ознак, що її формують кількість зерен у колосі є одним з найважливіших структурних елементів продуктивності рослини.

Довжиною стебла (менше як 60 см) виділялися лінія 700-3-17 і сорт Командор (St). Найбільша довжина колоса (9,1 см) була у селекційної лінії 792-1-2.

Згідно з Міжнародною класифікацією ССВ високу кількість зерен в колосі (більше ніж 25,0 шт.) була в сортозразка Одеський 164 / Бескид (26,0 шт.).

Колос з високою кількістю зерен формували лінії 702-1-12 і 699-2-18, відповідно 25,1 і 26,0 шт. При середньому значенні кількості зерен у колосі 22,4 шт.

розмах варіації становив 6,0 шт., що у відсотках складає 26,8.

У п'яти сортозразків маса зерна у колосі перевищувала 1,2 г, а максимальних показників досягала у 703-111 (1,33 г) і 699-2-18 (1,34 г).

Маса 1000 зерен більше як 50 г була у 11 сортозразків з найвищими показниками у селекційних ліній 792-1-2 і 743-113, відповідно 55,9 і 57,1 г. Натурна маса зерна коливалася в межах від 565 до 619 г/л і за цією ознакою виділялися лінії 788-2-1, 792-1-2 і с. Орвел (611–619 г/л).

У 2019 р. конкурсного сортовипробуванні вивчали 17 сортономерів у порівнянні з сортом Командор (St). Математично вірогідні надвишки врожаю зерна (0,63–1,02 т/га) до стандартного сорту Командор забезпечили чотири сортозразки.

Найвища продуктивність була у с. Орвел – 4,66 т/га. У 9 селекційних ліній зернова продуктивність суттєво не

відрізнялася від стандартного сорту Командор (St) (табл. 3).

3. Урожайність зерна сортотразків ячменю ярого у конкурсному сортовипробуванні у 2019 р.

№ п/п	Селекційний номер	Сортотразок	Урожайність, т/га	Відхилення від St	
				т/га	%
1	St	Командор (St)	3,64	–	–
2	–	Орвел	4,66	1,02	-28,0
3	545-5-9	Чудовий / Княжий	3,12	-0,52	-14,3
4	409-1-4	СОЛ 42 / СТ 167	2,82	-0,82	-22,5
5	699-2-18	Одеський 164 / Бескид	3,41	-0,23	-6,3
6	700-3-17	Княжий / Рось	3,05	-0,59	-16,2
7	702-1-12	Княжий / Оболонь	2,85	-0,79	-21,7
8	740-231	Княжий / Толар	3,84	0,20	5,5
9	742-221	Надія / Толар	3,94	0,30	8,2
10	743-113	Надія / Гетьман	3,64	0	0
11	703-111	Abis. 1105 / Надія	3,58	-0,06	-1,7
12	762-2-1	Скарлет / Оболонь	3,81	0,17	4,7
13	787-2-2	Вікторіана / Бескид	4,27	0,63	17,3
14	788-2-1	Henley / Бескид	3,51	-0,13	-3,6
15	792-1-2	Галичанин / Бескид	4,30	0,66	18,1
16	794-5-1	Всесвіт / Бескид	3,38	-0,26	-7,1
17	761-2-1	Скарлет / Заграва	3,64	0	0
18	766-2-1	Заграва / Скарлет	4,46	0,82	22,5

НІР₀₅

0,31

8,3

У конкурсному сортовипробуванні в 2020 р. вивчали 17 сортономерів у порівнянні з сортом Командор (St). Математично достовірні надвишки врожаю зерна (0,05–0,99 т/га) до стандартного сорту Командор забезпечили шість

сортотразків. Найвища продуктивність була у с. Орвел – 4,50 т/га. У 9 селекційних ліній зернова продуктивність суттєво не відрізнялася від стандартного сорту Командор (табл. 4).

4. Урожайність зерна сортотразків ячменю ярого у конкурсному сортовипробуванні у 2020 р.

№ п/п	Селекційний номер	Сортотразок	Урожайність, т/га	Відхилення від St	
				т/га	%
1	2	3	4	5	6
1	St	Командор (St)	3,51	–	–
2	–	Орвел	4,50	0,99	28,2
3	817-2-4	Еней / Командор	3,01	-0,50	-14,2
4	828-2-3	Філад / Княжий	2,91	-0,60	-17,1
5	826-2-1	Еней / Княжий	3,24	-0,27	-7,7
6	700-3-17	Княжий / Рось	2,95	-0,56	-16,0
7	702-1-12	Княжий / Оболонь	2,65	-0,86	-24,5
8	740-231	Княжий / Толар	3,71	0,20	5,7
9	742-221	Надія / Толар	3,82	0,31	8,8

1	2	3	4	5	6
10	743-113	Надія / Гетьман	3,56	0,05	1,4
11	703-111	Abis. 1105 / Надія	3,47	-0,04	-1,1
12	762-2-1	Скарлет / Оболонь	3,65	0,14	4,0
13	787-2-2	Вікторіана / Бескид	4,05	0,54	15,4
14	788-2-1	Henley / Бескид	3,38	-0,13	-3,7
15	792-1-2	Галичанин / Бескид	4,17	0,66	18,8
16	794-5-1	Всесвіт / Бескид	3,29	-0,22	-6,3
17	761-2-1	Скарлет / Заграва	3,34	-0,13	-3,7
18	766-2-1	Заграва / Скарлет	4,28	0,77	21,9
НІР ₀₅				0,32	8,7

Висновки. У розсаднику конкурсного сортовипробування з 18 сортономерів, які вивчались впродовж 2019–2020 рр. виділено сортономер з груповою стійкістю до ураження збудниками борошнистої роси та сітчастої плямистості, а зокрема: Орвел, Чудовий / Княжий, СОЛ 42 / ST 167,

Одеський 164 / Бескид, Княжий / Рось, Княжий / Толар, Надія / Толар, Надія / Гетьман, Abis. 1105 / Надія, Вікторіана / Бескид, Henley / Бескид, Скарлет / Заграва, Заграва / Скарлет, які передані селекціонерам для створення нових сортів в умовах Західного Лісостепу України.

Список використаної літератури

1. Борзих О. І., Федоренко В. П. Сучасні проблеми фітосанітарного стану агробіоценозу в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 3–17. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zikr_2016_62_3.
2. Голосна Л. Хвороби насіння ячменю. *Пропозиція*. 2021. № 6–7. URL: <https://propozitsiya.com/ua/hvoroby-nasinnya-yachmenyu> (дата звернення: 17.05.2024).
3. Дубовий В. І., Чайка О. В., Янішевський Л. І. Агроєкологічна оцінка сортів ячменю ярого різного еколого-географічного походження в умовах перехідної зони Полісся. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 1. С. 63–68. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2017_1_14.
4. Загальна фітопатологія : навчальний посібник / В. В. Горяїнова та ін. Житомир : ПП «Рута», 2023. 378 с. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/30550>.
5. Колісник О. М. Вплив технологічних прийомів вирощування на ріст і розвиток ячменю ярого в умовах Лісостепу Правобережного. *ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2020. № 16. С. 89–107.
6. Лавренко О. Основні шкодочинні хвороби озимого ячменю, які спричиняють потенційно найвищі втрати урожаю. URL: <https://www.agronom.com.ua/osnovni-shkodochnni-hvoroby-ozymogo-yachmenyu-yaki-zprychnyayutpotentsijno-najvyshhi-vtraty-urozhayu/> (дата звернення: 27.05.2024).
7. Лінчевський А. А. Ячмінь в умовах зміни клімату. *Аграрний тиждень*, 2016. № 11. С. 48–51.
8. Лінчевський А. А. Ячмінь – джерело здорового способу життя сучасної людини. *Вісник*

References

1. Borzykh O. I., Fedorenko V. P. Modern problems of the phytosanitary state of agrobiocenosis in Ukraine. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 2016. Issue 62. P. 3–17. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zikr_2016_62_3.
2. Holosna L. Barley seed diseases. *Propozitsiya*. 2021. No. 6–7. URL: <https://propozitsiya.com/ua/hvoroby-nasinnya-yachmenyu> (Last accessed: 17.05.2024).
3. Dubovyi V. I., Chaika O. V., Yanishevskiy L. I. Agroecological assessment of spring barley varieties of different ecological and geographical origin in the conditions of the transition zone of Polissia. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2017. No. 1. P. 63–68. URL: nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2017_1_14.
4. General phytopathology: a study guide / V. V. Horiainova et al. Zhytomyr : PP «Ruta», 2023. 378 p. URL: repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/30550.
5. Kolisnyk O. M. The influence of technological cultivation methods on the growth and development of spring barley in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *VNAU «Silske hospodarstvo ta livnyctvo»*. 2020. No. 16. P. 89–107.
6. Lavrenko O. The main pests of winter barley that cause the highest potential yield losses. URL: <https://www.agronom.com.ua/osnovni-shkodochnni-hvoroby-ozymogo-yachmenyu-yaki-zprychnyayutpotentsijno-najvyshhi-vtraty-urozhayu/> (Last accessed: 27.05.2024).
7. Linchevskiy A. A. Barley in the context of climate change. *Ahrarnyi tyzhden*, 2016. No. 11. P. 48–51.
8. Linchevskiy A. A. Barley is the source of a healthy lifestyle for modern people. *Visnyk ahrarnoi*

аграрної науки. 2017. Том 95. № 12. С. 14–21. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201712-03>.

9. Лінчевський А. А., Легкун І. Б. Нове ставлення до культури ячменю і селекція в умовах зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9. С. 34–42. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2020_9_7.

10. Маренюк О. Б., Корнійчук О. В., Дорошчук В. О. Основні результати та перспективи селекції ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунтів. *Корми і кормовиробництво*. 2020. № 89. С. 35–45. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/287/222>.

11. Марухняк А. Я., Воробйова Ю. В., Яремко В. Я. Рейтинговий розподіл селекційних ліній ячменю ярого за адаптивністю. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 63. С. 106–117. http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2018_63_11.

12. Моніторинг хвороб сільськогосподарських культур: навч. посіб. / С. В. Станкевич та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 304 с. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/24117>.

13. Мостіпан Т., Гайденок О. Плямистості листя ячменю: шкодочинні хвороби. *Агробізнес Сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20411-pliamystosti-lystia-iachmeniu-shkodochynni-khvoroby.html> (дата звернення: 24.05.2024).

14. Мостов'як І. І. Вплив гідротермічних чинників на поширення і розвиток хвороб в агроценозі зернових культур Правобережного Лісостепу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. С. 103–108. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-103-108.

15. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навчальний посібник / В. В. Кириченко та ін. Харків : Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.

16. Патологія насіння сільськогосподарських культур : навчальний посібник / Л. В. Жукова та ін. Житомир : Видавництво «Рута», 2023. 292 с.

17. Пріоритети в селекції ячменю (*Hordeum vulgare* L.) для сучасних умов виробництва зерна в Україні / А. А. Лінчевський та ін. *Збірник наукових праць СГП – НЦНС*. 2017. Вип. 30 (70). С. 23–39. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsgi_2017_30_4.

18. Пушчак В. І., Біловус Г. Я., Марухняк Г. І. Оцінка урожайності селекційних генотипів ячменю ярого до біотичних чинників. Матеріали IV інтернет конференції молодих вчених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту». Київ, 2020. С. 29–30.

19. Рибалка О. І., Моргун Б. В., Поліщук С. С. Ячмінь як продукт функціонального харчування. Київ : Логос, 2016. 619 с.

20. Cowger C., Brown J. K. M. *Blumeria graminis* (powdery mildew of grasses and cereals) URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.22075>.

2017. Volume 95. No. 12. P. 14–21. DOI: 10.31073/agrovisnyk201712-03.

9. Linchevskiy A. A., Lehkun I. B. A new approach to barley cultivation and breeding in the context of climate change. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. No. 9. P. 34–42. URL: nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2020_9_7.

10. Mareniuk O. B., Korniiichuk O. V., Doroshchuk V. O. Main results and prospects of spring barley breeding in conditions of increased soil acidity. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2020. No. 89. P. 35–45. URL: <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/287/222>.

11. Marukhniak A. Ya., Vorobiova Yu. V., Yaremko V. Ya. Ranking distribution of spring barley breeding lines by adaptability. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2018. Issue 63. P. 106–117. URL: nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2018_63_11.

12. Monitoring of crop diseases : training manual / S. V. Stankevych et al. Zhytomyr : Vydavnytstvo «Ruta», 2022. 304 p. URL: repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/24117.

13. Mostipan T., Haidenko O. Barley leaf spots: harmful diseases. *Ahrobiznes Sohodni*. URL: [/agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20411-pliamystosti-lystia-iachmeniu-shkodochynni-khvoroby.html](https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20411-pliamystosti-lystia-iachmeniu-shkodochynni-khvoroby.html) (Last accessed: 24.05.2024).

14. Mostoviyak I. I. The influence of hydrothermal factors on the spread and development of diseases in the agroecosis of grain crops of the Right-Bank Forest-Steppe. *Visnyk Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2020. No. 1. P. 103–108. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-103-108.

15. Fundamentals of breeding field crops for resistance to harmful organisms : a training manual / V. V. Kyrychenko et al. Kharkiv : In-t roslinnytstva im. V. Ya. Yurieva, 2012. 320 p.

16. Pathology of agricultural crop seeds : a textbook / L. V. Zhukova et al. Zhytomyr : Vydavnytstvo «Ruta», 2023. 292 p.

17. Priorities in barley (*Hordeum vulgare* L.) breeding for modern conditions of grain production in Ukraine / A. A. Linchevskiy et al. *Zbirnyk naukovykh prats SHI – NTsNS*. 2017. Issue 30 (70). P. 23–39. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsgi_2017_30_4.

18. Pushchak V. I., Bilovus H. Ya., Marukhniak H. I. Assessment of yield of spring barley breeding genotypes in relation to biotic factors. *Materialy IV internet konferentsii molodykh vchenykh «Henetyka ta selektsiia silskohospodarskykh kultur – vid molekuly do sortu»*. Kyiv, 2020. P. 29–30.

19. Rybalka O. I., Morhun B. V., Polishchuk S. S. Barley as a functional food product. Kyiv : Lohos, 2016. 619 p.

20. Cowger C., Brown J. K. M. *Blumeria graminis* (powdery mildew of grasses and cereals) URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.22075>. (Last accessed: 24.05.2024).

21. Dynamics of the forms of nutrient nitrogen in Greyic Luvic Phaeozem when regulating their resources with fertilizers and nitrapyrin applied to winter barley

21. Dynamics of the forms of nutrient nitrogen in Greyic Luvic Phaeozem when regulating their resources with fertilizers and nitrapyrin applied to winter barley / V. Shestak et al. 2023. 28 (1): 41–58. DOI: 10.5601/jelem.2023.28.1.2352.

22. Effect of fertilizer on changes in labile and water-soluble humus forms in short-term rotations / O. Stasiv et al. *Scientific Horizons*. 2022. 25 (4), 9–17. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.9-17](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.9-17).

23. Resistance of winter barley to fungal diseases depending on the variety / H. Bilovus et al. *Scientific papers series a. agronomy*. Volume LXVII, No. 1, 2024 P. 281–286. URL: https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2024/issue_1/Art36.pdf.

24. Titov, I., Zhukova, L., Batova, O. Pathology of winter barley seeds. Modern trends in the development of agricultural production: problems and perspectives : monograph / Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn : Teadmus OÜ, 2022. P. 156–164. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/44111>.

/ V. Shestak et al. 2023. 28 (1): 41–58. DOI: 10.5601/jelem.2023.28.1.2352.

22. Effect of fertilizer on changes in labile and water-soluble humus forms in short-term rotations / O. Stasiv et al. *Scientific Horizons*. 2022. 25 (4), 9–17. URL: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.9-17](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.9-17).

23. Resistance of winter barley to fungal diseases depending on the variety / H. Bilovus et al. *Scientific papers series a. agronomy*. Volume LXVII, No. 1, 2024 P. 281–286. URL: https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2024/issue_1/Art36.pdf.

24. Titov, I., Zhukova, L., Batova, O. Pathology of winter barley seeds. Modern trends in the development of agricultural production: problems and perspectives : monograph / Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn : Teadmus OÜ, 2022. P. 156–164. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/44111>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-5

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.2

**ДИНАМІКА БОТАНІЧНОГО СКЛАДУ
БАГАТОРІЧНИХ ЛУЧНИХ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ
ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА КОРМОВОЇ СИРОВИНИ****Л. М. Бугрин, Т. В. Партика, О. М. Бугрин, Д. Л. Пукало**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Любомир БУГРИН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-6180-203X

Тетяна ПАРТИКА,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0000-0001-7912-5292

Ольга БУГРИН,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0003-2388-4948

Данило ПУКАЛО,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0001-5627-659X

Для листування:
Любомир БУГРИН
e-mail: blmkr@meta.ua

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних наук
України

Отримано:
20 березня 2025 р.
Погоджено до друку:
11 квітня 2025 р.

Наведено результати дослідження щодо динаміки формування ботанічного складу травосумішей лучних агрофітоценозів залежно від рівня біологічного живлення та їх продуктивності за органічного виробництва кормової сировини. Встановлено, що як температурний режим вегетаційного періоду, так і біологічні особливості росту і розвитку вихідних травостоїв впливали на врожайність лучних агрофітоценозів. Зокрема, інокуляція насіння багаторічних трав та обробка кормової біомаси мікродобривом біохелат універсальний позитивно вплинули на насиченість лучних ценозів бобовою компонентою протягом вегетації 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 на природному фоні вирощування (85,1–89,7 %) з подальшим зниженням частки до 29,7 % на четвертому році продуктивного довголіття. Таку ж тенденцію спостерігали і в сумішах конюшини лучної зі злаковими травами. Тому відзначено зниження врожайності конюшини лучної протягом років досліджень незалежно від фону живлення. Травостоям лядвенцю рогатого, як одновидовим, так і в суміші зі злаками, характерне стале за роками насичення бобовим компонентом. У середньому за чотири роки експлуатації лучних угідь найвищі параметри продуктивності (11,72–11,96 т/га сухої речовини, 6,62–6,78 т/га кормових одиниць та 0,93–0,97 т/га перетравного протеїну) забезпечили одновидові посіви лядвенцю рогатого та в суміші з пажитницею багаторічною і тимофіївкою лучною за інокуляції насіння з обробкою вегетативної маси мікродобривом біохелат універсальний.

Ключові слова: бобові компоненти, одновидові посіви, органічна кормова сировина, ботанічний склад, продуктивність, біохелат універсальний.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Бугрин Л. М., Партика Т. В., Бугрин О. М., Пукало Д. Л., 2025

Dynamics of the botanical composition of perennial meadow agrophytocenoses under organic forage raw material production

Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Liubomyr BUHRYN
ORCID: 0000-0001-6180-203X

Tetiana PARTYKA
ORCID: 0000-0001-7912-5292

Olha BUHRYN
ORCID: 0000-0003-2388-4948

Danylo PUKALO
ORCID: 0000-0001-5627-659X

For corresponding:
Liubomyr BUHRYN
e-mail: blmkr@meta.ua

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
March 20, 2025
Accepted:
April 11, 2025

The study presents results on the dynamics of botanical composition development of meadow agrophytocenoses' grass mixtures depending on the level of biological nutrition and their forage productivity under organic forage raw material production. It was established that both the temperature regime during the vegetation period and the biological characteristics of growth and development of the initial grass stands influenced the yield of meadow agrophytocenoses. In particular, the inoculation of perennial grass seeds and treatment of forage biomass with the Biohelate Universal microfertilizer positively affected the legume component saturation in meadow cenoses during the vegetation period, regardless of the species composition of the initial grass stands. The dynamics of meadow agrophytocenoses formation during 2017–2020 showed maximum saturation of grass stands with red clover in the first two years in monocultures under natural cultivation conditions (85.1–89.7 %), with a subsequent decrease in share to 29.7 % in the fourth year of productive longevity. A similar trend was observed in mixtures of red clover with grasses. Therefore, a decline in red clover yield was observed over the years of the study, regardless of the nutritional background. Bird's-foot trefoil stands, both monoculture and in mixtures with grasses, were characterized by a stable legume component saturation over the years. Thus, over the four years of meadow land use, the highest productivity parameters – 11.72–11.96 t/ha of dry matter, 6.62–6.78 t/ha of feed units, and 0.93–0.97 t/ha of digestible protein – were provided by monoculture sowings of bird's-foot trefoil and its mixtures with perennial ryegrass and timothy grass, when seeds were inoculated and vegetative mass was treated with the Biohelate Universal micro fertilizer.

Keywords: legume components, monoculture crops, organic forage, botanical composition, productivity, Biohelate Universal.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. За оцінками експертів, сучасна продовольча криза обтягується проблемами у функціонуванні світової агропродовольчої системи, зокрема високими цінами на сільськогосподарську продукцію, незадовільною якістю матеріально-технічних засобів для аграрного виробництва, особливо добрив, негативними соціально-економічними наслідками пандемії COVID-19, зміною клімату та втратою біорізноманіття [7].

Питання забезпеченості раціонів жуйних тварин кормовим білком є проблемним, а незбалансованість кормів за протеїном призводить до їх перевитрат у 1,5–2 рази та зниження продуктивності

сільськогосподарських тварин на 25–30 % [12, 16, 32].

Інтенсифікація кормовиробництва висуває якісно нові вимоги до технологічних процесів, а отже, і до наукового підґрунтя цього напрямку. Важливим чинником підвищення продуктивності лучних агрофітоценозів як бази кормовиробництва є розробка та освоєння ресурсощадних технологічних процесів, які повніше забезпечують потреби рослин і тварин лімітуючими чинниками щодо природно-кліматичних умов [6, 24, 26].

За даними наукових досліджень, введення нових сортів сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських угідь

на 30–40 %, внесення добрив – на 30–35 %, пестицидів та ретардантів – на 25–30 % [20, 23]. Використання мінеральних добрив залишається вирішальним у підвищенні економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур [8, 12, 16].

Екологічна рівновага в агроландшафтах порушується зростаючим хімічним навантаженням на довкілля, що в свою чергу може негативно впливати на якісні параметри ґрунтів, води, рослинницької та тваринницької продукції [4, 5].

Тому на цьому фоні зростає попит на якісні та безпечні продукти харчування, а особливо органічні. Зокрема, в Україні, як малі, так і великі аграрні підприємства виявляють активність у виробництві саме органічної продукції, формується інфраструктура виробництва, законодавча база.

Усвідомлення зростаючої екологічної загрози внаслідок інтенсифікації сільського господарства стимулює людство розробляти альтернативні методи агровиробництва, які базуються на глибокому розумінні природних процесів поліпшення структури ґрунтів, збереження та відновлення їх родючості, забезпечення екологічної стійкості агроландшафтів.

Вирощування сільськогосподарських культур, яке базується на відмові використання мінеральних добрив та засобів захисту, знижує врожайність на 40 %, а затрати праці зростають на 25–30 % [1, 3, 19, 31]. Такі тенденції характерні органічному сільському господарству (Organic Agriculture, або Organic Farming), точному землеробству (Precision Farming), біоінтенсивному міні-землеробству (Biointensive Mini-Farming), ЕМ-технологіям (Effective Microorganism Technologies), маловитратному сталому землеробству (LISA – Low Input Sustainable Agriculture) та деяким іншим біологічним способам агровиробництва [14].

Передпосівна обробка насіння бактеріальними препаратами та проведення позакореневого підживлення посівів є важливими чинниками управління

продуктивністю бобових культур, забезпечують підвищення активності симбіотичного апарату бобових, фіксацію атмосферного азоту і перетворення його у доступні рослинам сполуки [16, 30]. Таким чином, мобілізація атмосферного азоту сприяє збагаченню ґрунту основним елементом живлення рослин, а дотримання технологічної дисципліни вирощування забезпечує створення потужного травостою та довговічність використання агрофітоценозу [12, 16, 31].

Симбіотичний азот відіграє компенсаторну роль з частковою заміною мінерального азоту та є важливим резервом скорочення енергетичних витрат [14, 15]. Тому найважливішим елементом енергоощадних технологій за кордоном є використання бобових трав у луківництві [21, 22, 28, 29].

Науковими дослідженнями встановлено, що продуктивність лучних угідь підвищується у 1,5–2,5, а за збором протеїну – у 2–3 рази за рахунок збільшення насиченості агрофітоценозів бобовими травами та фосфорно-калійного удобрення порівняно із злаковими травостоями на фоні повного мінерального удобрення [14, 15, 28].

Тому збільшення площ посіву багаторічних бобових трав (конюшина, люцерна, еспарцет та ін.) в органічних системах землеробства є обов'язковою передумовою виробництва екологічно безпечної продукції [19].

Ґрунти Західного регіону України здебільшого кислі, часто перезволожені, тому набір багаторічних бобових культур, адаптованих до умов вирощування, є обмеженим, що обумовлює дефіцит кормового білка.

Оптимальна структура кормового клину Західного Лісостепу передбачає вирощування багаторічних трав на 60–65 % площ, що в 1,5–2,5 рази здешевлює виробництво кормової сировини порівняно з однорічними фуражними культурами. Собівартість 1 к. од. багаторічних трав у 2 рази нижча, ніж зерна, у 3–4 рази – сіна і сінажу. Дослідженнями встановлено

доцільність насичення кормових сівозмін багаторічними бобовими травами до 50–55 %.

Буковинською ДСГДС ІСГКР НААН рекомендовано для залуження деградованих земель висівати лядвенець рогатий в одновидовому посіві і в суміші з кострицею лучною та тимофіївкою лучною [18].

Оптимальний строк збирання лядвенцю рогатого та його травосумішок на корм – кінець бутонізації – початок цвітіння, до нагромадження отруйної синильної кислоти в рослинах лядвенцю, зокрема у квітках, забезпечується найбільший вихід поживних речовин та значно вища продуктивність другого укусу. Поряд з конюшиною лучною лядвенець рогатий є страховою кормовою культурою, оскільки забезпечує задовільні врожаї на бідних ґрунтах. За якісними параметрами у 100 кг біомаси лядвенцю рогатого міститься 25,7 к. од., 4,5 кг перетравного протеїну, 44–72 мг% каротину і 123–130 мг% вітаміну С, у 100 кг сіна – 55 кормових одиниць. Лядвенець рогатий не викликає тимпанії у жуйних тварин. Продуктивна довговічність – 10–15 років і більше без пересіву. Культура універсальна, придатна до використання у зеленому і силосному конвеєрах, для приготування трав'яного борошна і білкових концентратів, випасання до настання морозів.

Матеріали і методи.

Експериментальні польові дослідження проводили протягом 2017–2020 рр. за методикою Інституту кормів УААН [2] в умовах Лісостепу Західного на темно-сірих опідзолених глеюватих середньосуглинкових ґрунтах з такими агрохімічними параметрами 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 мг/кг, обмінного калію (за Кірсановим) – 66,5–68,0 мг/кг ґрунту.

Перед висівом багаторічних трав проведено вапнування ґрунту з розрахунку

1 норми CaCO_3 за гідролітичною кислотністю. Обробіток ґрунту – загальноприйнятий для зони вирощування багаторічних трав. Загальна площа посівної ділянки – 10 м², 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, пажитниця багаторічна с. Осип, тимофіївка лучна с. Підгірянка.

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

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками. Методом аналізу снопів масою 1 кг визначали ботанічний склад урожаю. За ДСТУ 8044:2015 проводили фенологічні спостереження та облік урожаю в кожному укусі на облікових ділянках [10]; за ДСТУ 8044:2015 [11], ДСТУ 8066:2015 визначали показники продуктивності за виходом з 1 га сухої маси кормових одиниць, сирого протеїну [11]. Облік урожаю проводили ваговим методом поділяючно за методикою Інституту кормів УААН [2]. Урожайні дані оброблено методом дисперсійного аналізу [9]. Вміст абсолютно сухої речовини визначали шляхом висушування рослинних зразків у термостаті за температури 100–105 °С. Хімічні аналізи рослин та ґрунту проведено за загальноприйнятими методиками.

Результати та обговорення.

Ботанічний склад багаторічних лучних агрофітоценозів, зумовлений впливом антропогенних та абіотичних факторів, є

важливим чинником формування їх продуктивності та кормової цінності [17].

На врожайність лучних агрофітоценозів протягом чотирьох років досліджень суттєво впливали як місячна сума активних температур і режим зволоження, так і біологічні особливості розвитку вихідних травостоїв. Зокрема, відзначено позитивний вплив інокуляції насіння багаторічних трав та обробки

вегетативної маси мікродобривом біохелат універсальний на формування біомаси бобових та бобово-злакових травостоїв незалежно від вихідного видового складу.

Погодні умови вегетаційних періодів досліджуваних лучних агрофітоценозів 2017–2020 рр. відзначилися строкатістю як за місяцями, так і за роками досліджень (табл. 1).

1. Агрометеорологічні умови Лісостепу Західного за вегетаційні періоди 2017–2020 рр.

Рік	Місяць	Сума опадів, мм	Сума активних температур, °С	Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)
2017	травень	85,3	427,8	1,99
	червень	22,2	546,0	0,41
	липень	57,2	573,5	1,00
	серпень	36,4	626,2	0,58
	вересень	117,2	423,0	2,77
	за вегетаційний період	318,3	2596,5	1,23
2018	травень	69,0	523,9	1,32
	червень	153,5	549,0	2,80
	липень	116,0	595,2	1,95
	серпень	79,4	626,2	1,27
	вересень	53,5	456,0	1,17
	за вегетаційний період	471,4	2750,3	1,71
2019	травень	149,6	409,2	3,66
	червень	53,1	636,0	0,83
	липень	81,2	567,3	1,43
	серпень	93,4	613,8	1,52
	вересень	47,6	426,0	1,12
	за вегетаційний період	424,9	2652,3	1,60
2020	травень	125,3	334,8	3,74
	червень	98,4	552,0	1,78
	липень	71,9	585,9	1,23
	серпень	23,7	620,0	0,38
	вересень	95,5	459,0	2,08
	за вегетаційний період	414,8	2551,7	1,63

Як свідчать дані спостережень, вегетаційний період 2017 р. в основному не сприяв росту та розвитку багаторічних, особливо злакових трав. Так, температурний режим квітня відзначився вищим показником від середньобагаторічної норми на 1,1 °С за вологозабезпечення на 16,1 мм нижче від норми.

Достатня сума опадів у травні та позитивне температурне відхилення дозволило багаторічним бобовим травам ефективно сформувати І укіс. Починаючи з червня, метеокартина кардинально змінилася. Дефіцит опадів спостерігали практично протягом трьох місяців вегетаційного періоду. У червні та серпні ГТК на рівні 0,41 та 0,58 свідчать про

посушливі умови, що негативно вплинуло на продуктивність агрофітоценозів.

Недостатня кількість опадів на початку вегетаційного періоду 2018 р. за високих температурних показників негативно вплинула на ріст та розвиток багаторічних трав, особливо за формування першого укосу, проте параметри ГТК червня та липня (відповідно 2,80 та 1,95) надзвичайно позитивно позначилися на продуктивності отави.

Різкі перепади температурного режиму весни 2019 р. – від сприятливих позитивних до заморозків, які пошкоджували пагони конюшини лучної, подовжили періоди проходження фаз розвитку як бобових, так і злакових компонентів фітоценозів, що призвело до настання їх укїсної стиглості на 30 травня – 6 червня (колосіння пажитниці багаторічної та бутонізації – початку цвітіння бобових трав), практично на 12–15 діб пізніше від попереднього вегетаційного періоду. Водночас найбільш сприятливим для росту і розвитку багаторічних трав відзначився травень, який характеризувався високим

гідротермічним коефіцієнтом (3,66 за багаторічної норми 1,77).

Подовжені міжфазні періоди розвитку бобових і злакових трав протягом квітня – травня 2020 р., викликані коливаннями погодних умов, призвели до настання їх укїсної стиглості на 10–20 червня (колосіння пажитниці багаторічної та початок цвітіння бобових трав), практично на 20–25 діб пізніше проти 2018 р. Хоча й травень за метеорологічними даними був на 2,1 °C холоднішим за норму, температурні коливання від -1,5 до +25,8 °C та надмірні атмосферні опади (147,4 % багаторічної норми) підвищили гідротермічний коефіцієнт до 3,74. Такі аномальні зміни погодних умов негативно вплинули на формування вегетативної маси лучних трав, спричинивши низьку щільність бобово-злакових травостоїв, нерівномірність у часі проходження фенологічних фаз розвитку, вищу забур'яненість лук і пасовищ, превалювання у ценозах конюшини лучної, якій характерний інтенсивний стартовий ріст.

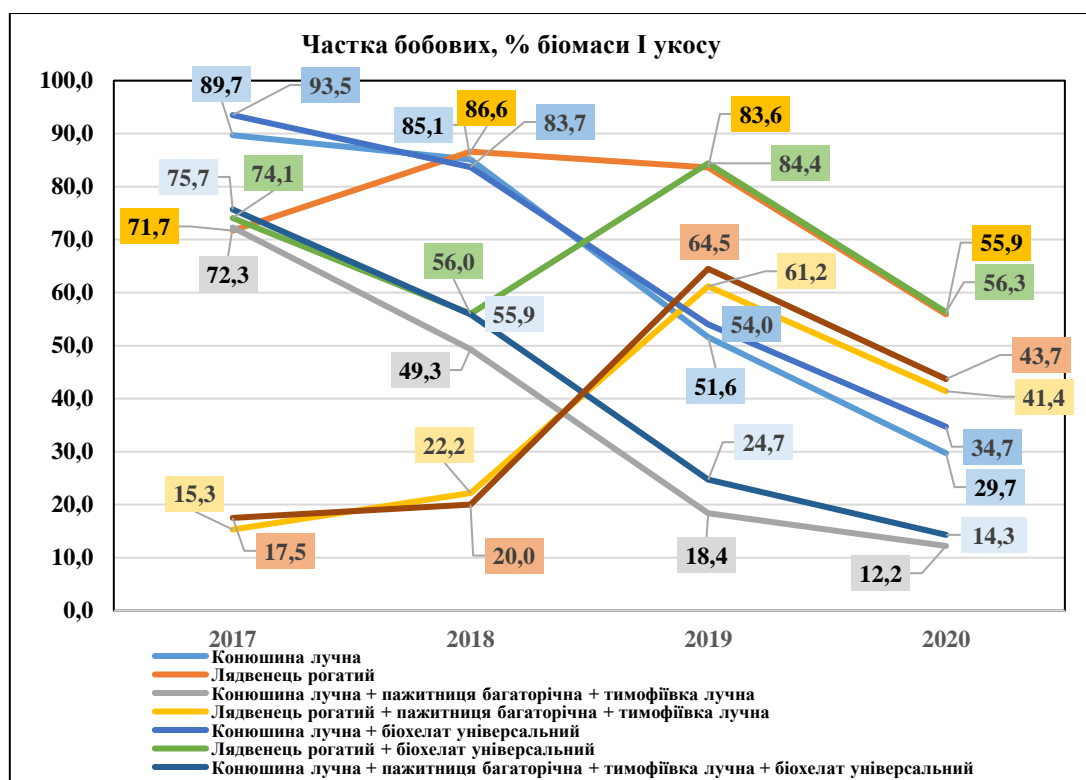


Рис. 1. Динаміка насичення I укосу агрофітоценозів бобовими компонентами протягом 2017–2020 рр., %

Динаміка формування I укошу лучних травостоїв у середньому за 2017–2020 рр. (рис. 1) свідчить, що протягом перших двох років продуктивного довголіття у біомасі одновидових посівів конюшина лучна займала 85,1–89,7 % з подальшим зниженням насиченості до 51,6 % у 2019 та 29,7 % у четвертий рік використання. Аналогічну закономірність спостерігали і в посівах конюшини лучної зі злаковими компонентами, що спричинило зниження її врожайності з роками незалежно від фону живлення. Для травостоїв лядвенцю рогатого, порівняно з конюшиною лучною, характерним є стає насичення бобовим компонентом від 71,7 та 74,1 % у 2017 р. до 55,9 та 56,3 % у 2020 р. в одновидових посівах та від 22,2 і 20,0 % у 2017 р. до 41,4 та 43,7 % у 2020 р. в суміші з пажитницею багаторічною та тимофійкою

лучною – відповідно на природному фоні і з застосуванням біохелату універсального.

Аналіз ботаніко-господарського складу II укошу показав зміну тенденцій насичення агрофітоценозів бобовими компонентами. Серед бобових складових фітоценозів як за природної родючості ґрунту, так і на фоні застосування біохелату універсального для обробки насіння та вегетативної маси в одновидових посівах бобових компонентів четвертого року вегетації лядвенець рогатий займав максимальну нішу – відповідно від 80,0 до 80,3 % кормової біомаси та 76,6–76,9 % у складі бобово-злакової травосуміші (рис. 2). Водночас спостерігали значне зниження частки конюшини лучної (відповідно до 14,3 та 9,1 % в одновидових посівах та 11,1 і 10,5 % у сумішах зі злаковими травами).

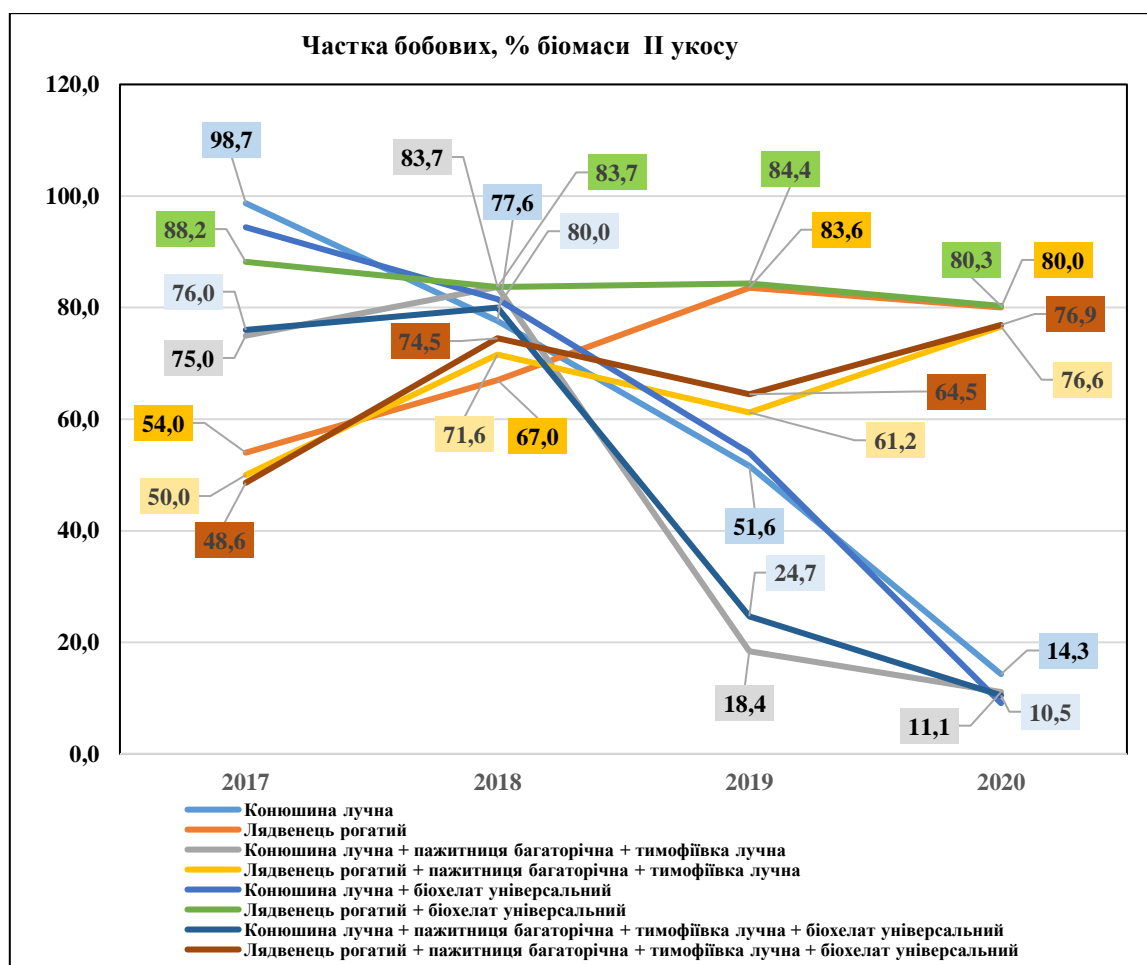


Рис. 2. Динаміка насичення II укошу агрофітоценозів бобовими компонентами протягом 2017–2020 рр., %

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

Так, у середньому за 2017–2020 рр. найвищу врожайність (11,96 та 11,72 т/га

сухої речовини) забезпечило застосування мікродобрива біохелат універсальний на одновидовому посіві лядвенцю рогатого та лучному травостої лядвенцю рогатого з пажитницею багаторічною і тимофіївкою лучною (табл. 2).

2. Продуктивність бобових та бобово-злакових фітоценозів, середнє за 2017–2020 рр.

Склад травосуміші	Рівень живлення	Збір урожаю, т/га		
		сухої речовини	кормових одиниць	перетравного протеїну
Конюшина лучна	Природна родючість ґрунту	9,87	5,86	0,84
Лядвенець рогатий		11,36	6,43	0,89
Конюшина лучна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна		11,13	6,56	1,04
Лядвенець рогатий, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна		11,01	6,12	0,80
Конюшина лучна	Обробка насіння та вегетативної маси (біохелат універсальний)	10,14	6,03	0,90
Лядвенець рогатий		11,96	6,78	0,97
Конюшина лучна, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна		11,04	6,51	1,00
Лядвенець рогатий, пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна		11,72	6,62	0,93
НІР ₀₅		0,59–3,30		
Фактор А		0,09–4,50		
Фактор АВ		0,05–1,90		

Конюшина лучна в одновидовому посіві показала значну продуктивність у перші роки життя та різке зниження на четвертому році довголіття. Тому в середньому за 2017–2020 рр. її врожайність становила 9,87 т/га сухої речовини на природному фоні живлення та 10,14 т/га за обробки насіння і вегетативної маси біохелатом універсальним. Комбінований травостій конюшини лучної з пажитницею багаторічною та тимофіївкою лучною дозволив одержати за цей період відповідно 11,13 та 11,04 т/га сухого корму.

Лядвенець рогатий забезпечив протягом 2017–2020 рр. стабільність високої продуктивності, конкурентоспроможність у сумішках, про що свідчать параметри динаміки формування лучних агрофітоценозів. Тому

в середньому за 2017–2020 рр. найвищу продуктивність відзначено у лядвенцю рогатого як в одновидових посівах, так і в суміші з пажитницею багаторічною та тимофіївкою лучною – відповідно фонові удобрення 11,36–11,01 та 11,96–11,72 т/га сухої речовини, 6,43–6,12 та 6,78–6,62 т/га кормових одиниць, 0,89–0,80 та 0,97–0,93 т/га перетравного протеїну. Інокуляція насіння багаторічних трав і обробка кормової біомаси мікродобривом біохелат універсальний забезпечили достовірні прирости сухої речовини, кормових одиниць та перетравного протеїну.

Висновки. Агрофітоценози лядвенцю рогатого відзначилися, порівняно з конюшиною лучною, 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 та за обробки насіння і вегетативної маси біохелатом універсальним.

В отаві лучних агрофітоценозів як за природної родючості ґрунту, так і з застосуванням біохелату універсального для обробки насіння та вегетативної маси, в одновидових посівах бобових компонентів четвертого року вегетації лядвенець рогатий займав найвищий відсоток у фітоценозі – відповідно від 80,0 до 80,3 % кормової біомаси та 76,6–76,9 % у складі

бобово-злакової травосуміші проти 14,3 та 9,1 % в одновидових посівах конюшини лучної та 11,1 і 10,5 % у її сумішах зі злаковими травами.

Обробка насіння і вегетативної маси лядвенцю рогатого з пажитницею багаторічною та тимофіївкою лучною і лядвенцю рогатого в одновидовому посіві біохелатом універсальним у середньому за 2017–2020 рр. забезпечила найвищі параметри продуктивності: 11,72–11,96 т/га сухої речовини, 6,62–6,78 т/га кормових одиниць та 0,93–0,97 т/га перетравного протеїну.

Список використаної літератури

1. Агроєкобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Яромлюк та ін. Львів, 2013. 304 с.
2. Бабич А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 88 с.
3. Боговін А. В., Пташник М. М., Дудник С. В. Відновлення продуктивних, екологічно стійких трав'янистих біогеоценозів на антропотрансформованих едафотопях. Київ, 2017. 356 с.
4. Боговін А. В., Слюсар І. Т., Царенко М. К. Трав'янисті біогеоценози, їхнє поліпшення та раціональне використання. Київ : Аграрна наука, 2005. 360 с.
5. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / Е. Г. Дегодюк та ін. Київ : Урожай, 1992. 318 с.
6. Влох В. Г., Кириченко Н. Я., Когут П. М. Луківництво. Київ : Урожай, 2003. 390 с.
7. Гавриленко Н. М., Широкий Г. М., Юлдашев Р. Е. Світова продовольча криза як наслідок війни рф проти України. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-04/svitova_prod_kriza_09042022.pdf (дата звернення: 06.03.2025).
8. Давидюк О. М. Вплив травосумішок на продуктивність пасовищ та якість кормів. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 7. С. 71.
9. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
10. ДСТУ 8044:2015. Угіддя природні кормові. Методи визначання продуктивності. Чинний від 2017-01-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 15 с.
11. ДСТУ 8066:2015. Корми для сільськогосподарських тварин. Методи визначення енергоємності і поживності. Чинний від 2017-01-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 11 с.

References

1. Agroecobiological foundations of creation and use of meadow phytocenoses / M. T. Yarmoliuk et al. Lviv, 2013. 304 p.
2. Babych A. O. Methods of conducting experiments on fodder production. Vinnytsia, 1994. 88 p.
3. Bohovin A. V., Ptashnik M. M., Dudnyk S. V. Restoration of productive and ecologically stable herbaceous biogeocenoses on anthropotransformed edaphotopes. Kyiv, 2017. 356 p.
4. Bohovin A. V., Sliusar I. T., Tsarenko M. K. Herbaceous biogeocenoses, their improvement and rational use. Kyiv : Ahrarna nauka, 2005. 360 p.
5. Cultivation of ecologically clean crop production / E. H. Dehodiuk et al. Kyiv : Urozhai, 1992. 318 p.
6. Vlokh V. H., Kyrychenko N. Ya., Kohut P. M. Meadow farming. Kyiv : Urozhai, 2003. 390 p.
7. Havrylenko N. M., Shyrokyi H. M., Yuldashev R. E. The global food crisis as a consequence of the russian war against Ukraine. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-04/svitova_prod_kriza_09042022.pdf (last accessed: 06.03.2025).
8. Davydiuk O. M. The influence of grass mixtures on the productivity of pastures and the quality of feed. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2001. No. 7. P. 71.
9. Analysis of variance and correlation in agriculture and crop production : a textbook / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2008. 272 p.
10. DSTU 8044:2015. Native forage lands. The productivity determination methods. Valid from 2017-01-01. Kyiv : SE «UkrNDNC», 2018. 15 p.
11. DSTU 8066:2015. Feed for farm animals. Methods for determining of energy content and nutrient value. Valid from 2017-01-01. Kyiv : SE «UkrNDNC», 2017. 11 p.
12. Karasevych N. V. Formation of sowed phytocenosis depending on the component composition of grass mixtures. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2022. Issue 71 (1). P. 96–109.

12. Карасевич Н. В. Формування сіяного фітоценозу залежно від компонентного складу травосумішей. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 96–109.
13. Кобець М. І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. Київ, 2004. 22 с. URL: <https://i.twirpx.link/file/591889/> (дата звернення: 06.03.2025).
14. Кургак В. Г. Лучні агрофітоценози. Київ : ДІА, 2010. 374 с.
15. 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.
16. Марцінко Т. І. Особливості формування бобово-злакової травосуміші залежно від впливу агротехнічних факторів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72 (1). С. 21–32.
17. Мельник М. І. Динаміка ботанічного складу ранньостиглих травостоїв. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип. 78. С. 82–87.
18. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3 (780). С. 13–17.
19. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Задорожна І. С. Становлення та розвиток кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11 (788). С. 54–62. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-08>.
20. A plant-functional-type approach tailored for stakeholders involved in field studies to predict forage services and plant biodiversity provided by grasslands / M. Duru et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 70. P. 1–16.
21. 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, 4–8 September 2016). 2016. P. 366–368.
22. 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.
23. Grass and legume breeding matching the future needs of European grassland farming / O. A. Rognli et al. *Grass and Forage Sci*. 2021. Vol. 76. P. 1–11. DOI: [10.1111/gfs.12535](https://doi.org/10.1111/gfs.12535).
24. Huyghe C., De Vlieghe A., Golinski P. European grasslands overview: temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. V. 19. P. 29–40.
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.
13. Kobets M. I. Organic farming in the context of sustainable development. Kyiv, 2004. 22 p. URL: <https://i.twirpx.link/file/591889/> (last accessed: 06.03.2025).
14. Kurhak V. H. Meadow agrophytocenoses. Kyiv : DIA, 2010. 374 p.
15. 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.
16. Martsinko T. I. Features of the formation of a leguminous-grass mixture depending on the influence of agrotechnical factors. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytstvo*. 2022. Issue 72 (1). P. 21–32.
17. Melnyk M. I. Dynamics of the botanical composition of early-maturing herbaceous stands. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2014. Issue 78. P. 82–87.
18. Olifivovych V. O. Productivity of perennial agrophytocenoses depending on the content of grass mixtures and regime of their use. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 3 (780). P. 13–17.
19. Petrychenko V. F., Kornichuk O. V., Zadorozhna I. S. Formation and development of fodder production in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 11 (788). P. 54–62. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-08>.
20. A plant-functional-type approach tailored for stakeholders involved in field studies to predict forage services and plant biodiversity provided by grasslands / M. Duru et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 70. P. 1–16.
21. 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, 4–8 September 2016). 2016. P. 366–368.
22. 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.
23. Grass and legume breeding matching the future needs of European grassland farming / O. A. Rognli et al. *Grass and Forage Sci*. 2021. Vol. 76. P. 1–11. DOI: [10.1111/gfs.12535](https://doi.org/10.1111/gfs.12535).
24. Huyghe C., De Vlieghe A., Golinski P. European grasslands overview: temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 29–40.
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.
26. Isselstein J., Kayser M. Functions of grasslands and their potential in delivering ecosystem services. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 199–214.

26. Isselstein J., Kayser M. Functions of grasslands and their potential in delivering ecosystem services. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 199–214.

27. 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.

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

29. The importance of multi-species grassland leys to enhance ecosystem services in crop rotations / C. S. Malisch et al. *Grass and Forage Sci.* 2024. Vol. 79. P. 120–134. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gfs.12670> (last accessed: 06.03.2025).

30. Tracy B. F. Conditions that favor clover establishment in permanent grass swards. *Grassland Science*. 2014. Vol. 61. P. 34–40.

31. Variation in rate of phenological development and morphology between red clover varieties: Implications for clover proportion and feed quality in mixed swards / S. Nadeem et al. *Grass and Forage Science*. 2019. Vol. 74. P. 403–414.

32. Weggler K., Thumm U., Elsaesser M. Development of Legumes After Reseeding in Permanent Grassland, as Affected by Nitrogen Fertilizer Applications. *Agriculture*. 2019. Vol. 9, issue 10. 207. P. 1–16. URL: <https://www.mdpi.com/2077-0472/9/10/207> (last accessed: 10.03.2025).

27. 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.

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

29. The importance of multi-species grassland leys to enhance ecosystem services in crop rotations / C. S. Malisch et al. *Grass and Forage Sci.* 2024. Vol. 79. P. 120–134. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gfs.12670> (last accessed: 06.03.2025).

30. Tracy B. F. Conditions that favor clover establishment in permanent grass swards. *Grassland Science*. 2014. Vol. 61. P. 34–40.

31. Variation in rate of phenological development and morphology between red clover varieties: Implications for clover proportion and feed quality in mixed swards / S. Nadeem et al. *Grass and Forage Science*. 2019. Vol. 74. P. 403–414.

32. Weggler K., Thumm U., Elsaesser M. Development of Legumes After Reseeding in Permanent Grassland, as Affected by Nitrogen Fertilizer Applications. *Agriculture*. 2019. Vol. 9, issue 10. 207. P. 1–16. URL: <https://www.mdpi.com/2077-0472/9/10/207> (last accessed: 10.03.2025).

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-6

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.34:631.5:631.8

ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ**Г. С. Коник, О. О. Стасів**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Григорій КОНИК,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-2141-2982

Олег СТАСІВ,
аспірант
ORCID: 0009-0000-5384-0597

Для листування:

Григорій КОНИК
e-mail: grigori.konyk@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

7 травня 2025 р.

Погоджено до друку:

20 травня 2025 р.

Продуктивність сільськогосподарських культур безпосередньо залежить від інтенсивності процесів фотосинтезу. Фотосинтетична діяльність посівів тісно пов'язана з величиною площі листової поверхні, адже її розміри, тривалість функціонування визначають кількість поглинання сонячної радіації. Для ефективного використання енергії сонця необхідно, щоб рослини сформували оптимальну площу листової поверхні і якнайдовше перебували в активному стані. На формування асиміляційного апарату впливають як ґрунтово-кліматичні умови, так і застосовані елементи технології вирощування. У статті наведено результати досліджень впливу агротехнічних заходів на формування показників площі листової поверхні посівів сої, листовий індекс і чисту продуктивність фотосинтезу. Визначено ефективність застосування інокуляції сої біопрепаратом Хістік, передпосівної обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд і листового підживлення СтимОрганіком. На основі проведених спостережень і обліків встановлено, що в умовах Західного Лісостепу, на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах, досліджувані препарати суттєво впливали на динаміку площі листової поверхні, листовий індекс і чисту продуктивність фотосинтезу. Максимальна площа листової поверхні у сортів: Титан – 53,19 тис. м²/га, Моцарт – 70,22 тис. м²/га, чиста продуктивність фотосинтезу (відповідно 5,77 і 6,85 г/м² сухої речовини за добу) формувалася на варіантах досліду, де проводили інокуляцію насіння біопрепаратом Хістік, передпосівну обробку препаратом Мікофренд і позакореневе підживлення СтимОрганіком на фоні внесення мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₉₀. Індекс листової поверхні на вказаному варіанті у сорту Титан становив 5,32, у сорту Моцарт – 7,02.

Ключові слова: соя, сорти, інокуляція, площа листової поверхні, листовий індекс, чиста продуктивність фотосинтезу.

Formation of photosynthetic potential of soybean varieties in the conditions of the Western Forest-Steppe

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Hryhorii KONYK
ORCID: 0000-0003-2141-2982

Oleh STASIV
ORCID: 0009-0000-5384-0597

For corresponding:

Hryhorii KONYK
e-mail: grygorii.konyk@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
May 7, 2025
Accepted:
May 20, 2025

The productivity of agricultural crops directly depends on the intensity of photosynthesis processes. The photosynthetic activity of crops is closely related to the leaf surface area, because its size and duration of functioning determine the amount of absorption of solar radiation. For effective use of solar energy, it is necessary for plants to form the optimal leaf surface area and be in an active state for as long as possible. The formation of the assimilation apparatus is influenced by both soil and climatic conditions and the applied elements of cultivation technology. The article presents the results of studies of the influence of agrotechnical measures on the formation of indicators of the leaf surface area of soybean crops, leaf index and net photosynthesis productivity. The effectiveness of soybean inoculation with the biological preparation Histik, pre-sowing treatment of seeds with the mycorrhizal preparation Mycofriend and foliar feeding with StimOrganic was determined. Based on the observations and records, it was established that in the conditions of the Western Forest-Steppe, on gray forestal superficially gleyed soils, the studied preparations significantly affected the dynamics of the leaf surface area, leaf index and net photosynthesis productivity. The maximum leaf surface area of the varieties: Titan – 53.19 thousand m²/ha, Mozart – 70.22 thousand m²/ha, net photosynthesis productivity (respectively 5.77 and 6.85 g/m² of dry matter per day) was formed on the variants of the experiment, where seed inoculation with the biological preparation Histik, pre-sowing treatment with the preparation Mycofriend and foliar feeding with StimOrganic were carried out on the background of the application of mineral fertilizers N₃₀P₆₀K₉₀. The leaf surface index in the specified variant in the Titan variety was 5.32, in the Mozart variety – 7.02.

Keywords: soybean, varieties, inoculation, leaf surface area, leaf index, net photosynthetic productivity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Важливим чинником отримання високих врожаїв сої є оптимальна площа листкової поверхні та тривалість її функціонування. Залежно від умов вирощування, генотипу сорту та інших факторів соя може формувати площу листків від 20 до 70 тис. м²/га [1, 4]. Результатами досліджень, проведених у Лісостепу України встановлено, що оптимальна площа листя для сої повинна становити 40–50 тис. м² [3]. За меншої листкової поверхні посіву оптико-біологічна структура посіву не оптимізована, що зумовлює нераціональне використання ФАР. Якщо ж ці значення перевищені – відбувається затінення частини листя в нижньому ярусі, що також небажане, оскільки спричиняє відмирання

частини листків [2, 18].

Фотосинтез і азотфіксація, що відбуваються у рослинах сої, є основою для синтезу білка, амінокислот, ферментів, вітамінів, вуглеводів та інших сполук [15]. Агротехнічні заходи (норма висіву, інокуляція, удобрення, підживлення та ін.), сортові властивості рослин, гідротермічні чинники безпосередньо впливають на формування площі листкової поверхні сої [10, 11, 14, 21]. У досліджах О. С. Чинчика і С. Й. Оліфіровича проведення інокуляції насіння (Ризоактив + Мікофренд), підживлення сорту сої Аррата Фульвогуміном на фоні N₃₀P₆₀K₆₀ забезпечили найбільший показник фотосинтетичного потенціалу (3,592 млн м² дн./га) [19].

Позитивний вплив інокуляції насіння та внесення мінеральних добрив на фотосинтетичну продуктивність посівів сої відзначено також іншими дослідниками [12, 16]. Дослідженнями О. Циганської встановлено, що максимальну площу листової поверхні сої (53,7 тис. м²/га) було зафіксовано за інокуляції насіння Різолан + Різосейв та обприскування препаратом Органік Баланс [17].

В лівобережній частині Лісостепу України максимальних показників фотосинтетичної та насінневої продуктивності вдалося досягнути за сівби в ранній строк із проведенням обробки насіння мікродобривом Рексолін і позакореневим підживленням посівів Рексоліном і Брасітрелом [20]. На дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся підживлення сої мікродобривом Вуксал Оіл Сід та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс сприяло формуванню максимальної асиміляційної поверхні посівів сої сортів Кассіді та ЕС Ментор, відповідно 44,7 і 45,7 тис. м²/га [4].

Важливим показником фотосинтетичної діяльності є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), що характеризує інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю протягом доби в розрахунку на 1 м² листової поверхні рослин. Задовільними є показники чистої продуктивності фотосинтезу, що мають значення в межах 3–4 г/м² за добу, хороші – 4–6, дуже хороші – понад 6 г сухої речовини на 1 м² площі листків за добу [13].

Враховуючи вищезазначене, дослідження щодо пошуку нових технологічних чинників вирощування сої для забезпечення формування оптимальних показників площі листової поверхні та ефективного її функціонування задля досягнення високої потенційно можливої врожайності посівів зберігають свою актуальність.

Матеріали і методи. Дослідну роботу проводили на полях Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті з наступними агрохімічними

показниками шару 0–20 см: гумус (за Тюрнім) – 1,97–2,2 %, рН (сольової витяжки) – 4,8–5,2, легкогідролізного азоту – 99,0–114,2 мг/кг ґрунту (визначення проводили методом Корнфілда згідно ДСТУ 7863:2015), рухомого фосфору та обмінного калію відповідно 95,2–101,1 і 107,1–112,0 мг/кг ґрунту (аналізували методом Кірсанова за ДСТУ 4405:2005) [7–9].

Агротехніка у дослідах загальноприйнята для зони Лісостепу, крім чинників, що вивчаються. Попередник – пшениця озима. Розміщення ділянок – систематичне зі зміщенням, кількість повторень – три, посівна площа – 52 м², площа облікової ділянки – 25,0 м², удобрення – N₃₀P₆₀K₉₀.

Дослід трифакторний. Відповідно до схеми досліду висівали сорти сої Моцарт і Титан без інокуляції насіння і за проведення передпосівної обробки препаратом Хістік (0,4 кг/т). Фактор «удобрення» включав варіанти без проведення обробок; передпосівну обробку насіння Мікофрендом (1,5 л/т); позакореневе підживлення СтимОрганіком (2 л/га) у фази ВВСН 12 і ВВСН 51; передпосівну обробку насіння Мікофрендом (1,5 л/т) + позакореневе підживлення СтимОрганіком (2 л/га) у фази ВВСН 12 і ВВСН 51.

Кількісна норма висіву насіння щорічно складала 550 тис./га схожих насінин. Для висіву у фізичній вазі кількісну норму переводили шляхом математичного перерахунку в вагову відповідно до маси 1000 насінин та лабораторної схожості. Площу листової поверхні визначали методом «висічок» [6]. Збирання проводилося окремо по ділянках селекційним комбайном Sampo-130. Зерно з випробування кожного року, після зважування по ділянках, використовувалося на товарні цілі. Статистична обробка результатів проводилася за загальноприйнятими методиками на базі програми *Excel*.

Результати та обговорення. В результаті проведених досліджень

встановлено позитивний вплив передпосівної обробки насіння інокулянтном Хістік на збільшення площі листової поверхні та чистої продуктивності фотосинтезу.

У середньому за варіантами дослідів площа листової поверхні в фазу 1-го листа у сорту Титан на посівах без інокуляції насіння становила 4,19 тис. м²/га, передпосівна інокуляція сприяла її

зростанню на 0,53 тис. м²/га (табл. 1). Позитивна тенденція до зростання площі листової поверхні від інокуляції насіння препаратом Хістік відзначена і в наступні фази розвитку сої: цвітіння – на 2,18 тис. м²/га, формування бобів – на 5,18 тис. м²/га. В сорту Моцарт за проведення інокуляції насіння цей показник у відповідні фази розвитку зріс на 0,2; 2,52 і 6,63 тис. м²/га.

1. Динаміка площі листової поверхні сортів сої залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2023 та 2024 рр., тис. м²/га

Варіант дослідів	Фази розвитку сої					
	1-й листок	цвітіння	формування бобів	1-й листок	цвітіння	формування бобів
	без інокуляції			інокуляція Хістік		
Сорт Титан						
Без обробки (контроль)	4,18	18,92	46,06	4,71	20,37	50,94
Передпосівна обробка насіння Мікофренд (1,5 л/т)	4,22	19,37	47,36	4,73	21,62	53,08
Позакореневе підживлення СтимОрганік (2,0 л/га)	4,19	19,24	47,27	4,70	21,59	53,05
Мікофренд (1,5 л/т) + СтимОрганік (2,0 л/га)	4,20	19,61	47,60	4,74	22,32	53,19
Середнє	4,19	19,29	47,07	4,72	21,47	52,25
Сорт Моцарт						
Без обробки (контроль)	3,62	18,94	60,92	3,82	20,95	67,55
Передпосівна обробка насіння Мікофренд (1,5 л/т)	3,65	19,36	63,10	3,85	22,27	69,96
Позакореневе підживлення СтимОрганік (2,0 л/га)	3,63	19,31	63,11	3,81	21,95	69,88
Мікофренд (1,5 л/т) + СтимОрганік (2,0 л/га)	3,67	19,79	63,98	3,87	22,34	70,22
Середнє	3,64	19,35	62,77	3,84	21,87	69,40

За проведення обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд вищі прирости площі асиміляційної поверхні відзначено у фазу цвітіння і формування бобів. На варіантах без інокуляції у сорту Титан на 0,45 і 1,3 тис. м²/га, Моцарт – 0,42 і 2,18 тис. м²/га відповідно. Поєднання інокуляції препаратом Хістік з обробкою насіння Мікофрендом зумовило зростання листової поверхні посівів у сорту Титан у ці фази на 1,25 і 2,14 тис. м²/га, у сорту Моцарт – на 1,32 і 2,41 тис. м²/га.

Схожа закономірність спостерігалася і в разі підживлення СтимОрганіком. На варіантах без інокуляції насіння приріст площі листків у фазу цвітіння становив 0,32–0,37 тис. м²/га, у фазу формування бобів 1,21–2,19 тис. м²/га, за інокуляції насіння, відповідно 1,22–1,0 і 2,11–2,33 тис. м²/га.

Максимальні показники площі листової поверхні були на варіантах поєднання передпосівної обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/га), позакореневого

підживлення СтимОрганіком (2 л/га) у фази ВВСН 12 і ВВСН 51 та інокуляції насіння Хістік (0,4 кг/т): у сорту Титан 4,74 (1-й листок), 22,32 (цвітіння), 53,19 (формування бобів) тис. м²/га, Моцарт, відповідно 3,87; 22,34 і 70,22 тис. м²/га.

Обчислені показники чистої продуктивності фотосинтезу дозволяють

стверджувати, що усі досліджувані елементи технології сприяли зростанню фотосинтетичної діяльності посівів сої. Більш інтенсивне накопичення як сирої, так і абсолютно сухої маси, і в результаті вищі показники чистої продуктивності фотосинтезу відзначено за проведення інокуляції насіння біопрепаратом Хістік (табл. 2).

2. Чиста продуктивність фотосинтезу сої залежно від елементів технології, г/м² сухої речовини за добу, середнє за 2023 та 2024 рр.

Варіант досліджу	Фази розвитку сої			
	1-й листок – цвітіння	цвітіння – формування бобів	1-й листок – цвітіння	цвітіння – формування бобів
	без інокуляції		інокуляція Хістік	
Сорт Титан				
Без обробки (контроль)	3,14	5,33	3,73	5,47
Передпосівна обробка насіння Мікофренд (1,5 л/т)	3,34	5,47	3,79	5,65
Позакореневе підживлення СтимОрганік (2,0 л/га)	3,27	5,43	3,76	5,57
Мікофренд (1,5 л/т) + СтимОрганік (2,0 л/га)	3,42	5,61	3,93	5,77
Середнє	3,29	5,46	3,8	5,62
Сорт Моцарт				
Без обробки (контроль)	3,64	6,27	4,03	6,61
Передпосівна обробка насіння Мікофренд (1,5 л/т)	3,69	6,50	4,23	6,69
Позакореневе підживлення СтимОрганік (2,0 л/га)	3,67	6,48	4,39	6,74
Мікофренд (1,5 л/т) + СтимОрганік (2,0 л/га)	3,72	6,73	4,41	6,85
Середнє	3,68	6,50	4,27	6,72

Період від цвітіння до формування бобів сої характеризувався найбільшим накопиченням біомаси порівняно з попереднім періодом, що впливало на продуктивність фотосинтезу – 5,33–5,77 г/м² сухої речовини за добу в сорту Титан і 6,27–6,85 г/м² сухої речовини за добу у сорту Моцарт, залежно від досліджуваних чинників. У період «1-й листок-цвітіння» продуктивність фотосинтезу була в межах 3,14–3,93 г/м² сухої речовини за добу – в сорту Титан і

3,64–4,41 г/м² сухої речовини за добу – в сорту Моцарт.

Найсприятливіші умови для формування максимального показника чистої продуктивності фотосинтезу склалися за поєднання інокуляції насіння Хістік, передпосівної обробки Мікофрендом і позакореневих підживлень СтимОрганіком. Найбільші значення даний показник мав у сорту Моцарт у період «цвітіння-формування бобів» 6,85 г/м² сухої речовини за добу. ЧПФ сорту Титан

на зазначеному варіанті на 15,8 % була меншою.

На підставі отриманих результатів було розраховано індекс листкової поверхні посівів сої. Листковий індекс (ЛІ) характеризує фотосинтетичну біомасу рослин і є важливим для вимірювання стану рослинного покриву. Для основних сільськогосподарських культур оптимальний ЛІ знаходиться в межах 4–6, що дозволяє досягти максимальної

продуктивності без надмірної конкуренції за світло та ресурси.

Листковий індекс визначали шляхом відношення сумарної листкової площі рослин (м^2 листків) до 1 м^2 посівної ділянки (табл. 3). Встановлено, що ЛІ змінювався залежно від сорту і досліджуваних елементів технології, найменше значення мав у фазі 1-го листка (0,36–0,42) і закономірно зростав до наливу бобів (4,60–7,02).

3. Індекс листкової поверхні сортів сої залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2023 та 2024 рр.

Варіант досліджу	Фази розвитку сої					
	1-й листок	цвітіння	формування бобів	1-й листок	цвітіння	формування бобів
	без інокуляції			інокуляція Хістік		
Сорт Титан						
Без обробки (контроль)	0,41	1,89	4,60	0,47	2,04	5,09
Передпосівна обробка насіння Мікофренд (1,5 л/т)	0,42	1,94	4,74	0,47	2,16	5,31
Позакореневе підживлення СтимОрганік (2,0 л/га)	0,42	1,92	4,73	0,47	2,16	5,30
Мікофренд (1,5 л/т) + СтимОрганік (2,0 л/га)	0,42	1,96	4,76	0,47	2,23	5,32
Середнє	0,42	1,93	4,73	0,47	2,14	5,25
Сорт Моцарт						
Без обробки (контроль)	0,36	1,89	6,09	0,38	2,09	6,75
Передпосівна обробка насіння Мікофренд (1,5 л/т)	0,36	1,94	6,31	0,38	2,22	6,99
Позакореневе підживлення СтимОрганік (2 л/га)	0,36	1,93	6,31	0,38	2,19	6,98
Мікофренд (1,5 л/т) + СтимОрганік (2,0 л/га)	0,37	1,98	6,39	0,39	2,23	7,02
Середнє	0,36	1,94	6,27	0,38	2,18	6,93

Найбільший вплив на збільшення листкового індексу виявила обробка насіння сої мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд у поєднанні з позакореневим підживленням СтимОрганіком на фоні інокуляції біопрепаратом Хістік. На вказаному варіанті індекс листкової поверхні у сорту Титан становив 5,32, у сорту Моцарт – 7,02.

Висновки. Провівши аналіз отриманих результатів, можна

стверджувати, що поєднання інокуляції насіння препаратом Хістік з передпосівною обробкою мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд та позакореневим підживленням мікродобривами СтимОрганік найбільше сприяли збільшенню площі листкової поверхні посівів сої та чистої продуктивності фотосинтезу. Максимальні показники площі листкової поверхні ($70,22 \text{ тис. м}^2/\text{га}$), чистої продуктивності фотосинтезу

(6,85 г/м² сухої речовини за добу) і листковий індекс (7,02) відзначено у сорту Моцарт за проведення передпосівної обробки насіння інокулянтном Хістік,

мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд і позакореневого підживлення СтимОрганіком.

Список використаної літератури

1. Бабич А. О., Новохацький М. Л. Освітленість рослин та її вплив на динаміку листкового індексу посівів сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2001. Вип. 12. С. 179–184.
2. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої / Л. Ю. Ткаченко та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 75 (2). С. 138–146. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-2-12.
3. Вплив підживлення на динаміку формування площі листкової поверхні посівів сої / О. В. Джемесюк та ін. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. № 2 (50). Т. 1. С. 207–212. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/3425/1/VZNAU_2015_2_1_207-211.pdf (дата звернення: 10.04.2025).
4. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Vol. 11, №1. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.005>.
5. Дідур І. М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на динаміку формування площі листкової поверхні рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 5–14. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-1.
6. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков та ін. ; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
7. ДСТУ 4405:2005. (2006). Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію методом Кірсанова в модифікації Національного центру ІГА. : Видання офіційне. [Чинний від 2006-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=60252 (дата звернення: 16.04.2025).
8. ДСТУ 7855:2015 Якість ґрунту. Визначення групового складу гумусу за методом Тюріна у модифікації Конової та Бельчикової : Видання офіційне. [Чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=62737 (дата звернення: 16.04.2025).
9. ДСТУ 7863:2015. (2016). Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда : Видання офіційне. [Чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62745 (дата звернення: 16.04.2025).

References

1. Babych A. O., Novokhatskyi M. L. Plant illumination and its influence on the dynamics of the leaf index of soybean crops in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ahrarnyi visnyk Prychornomor'ia*. 2001. Issue 12. P. 179–184.
2. The influence of elements of growing technology on soybean productivity / L. Yu. Tkachenko et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2023. Issue 75 (2). P. 138–146. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-2-12.
3. The influence of fertilization on the dynamics of the formation of the leaf surface area of soybean crops / O. V. Dzhemesiuk et al. *Visnyk Zhytomirskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*. 2015. No. 2 (50). Vol. 1. P. 207–212. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/3425/1/VZNAU_2015_2_1_207-211.pdf (last accessed: 10.04.2025).
4. Hadzovskyi H. L., Novytska N. V., Martynov O. M. Photosynthetic activity of soybean crops on sod-podzolic soils of Western Polissia. *Roslynystvo ta gruntovnavstvo*. 2020. Vol. 11, No. 1. P. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.005>.
5. Didur I. M. The influence of pre-sowing seed treatment and foliar top dressing on the dynamics of the formation of the leaf surface area of soybean plants. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnystvo*. 2022. No. 4 (27). P. 5–14. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-1.
6. Research work in agronomy: a textbook in 2 volumes – Vol. 1. Theoretical aspects of research work / A. O. Rozhkov et al. ; za red. A. O. Rozhkova. Kharkiv : Maidan, 2016. 316 p.
7. DSTU 4405:2005. (2006). Soil quality. Determining the group composition of humus according to Tyurins method as modified by Kononova and Belchikova : Vydannia ofitsiine. [Chynnyi vid 2006-07-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2006. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=60252 (last accessed: 16.04.2025).
8. DSTU 7855:2015 Soil quality. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Kirsanov method in the modification of the Kononova and Belchikova National Center of IGA : Vydannia ofitsiine. [Chynnyi vid 2016-07-01]. Kyiv : DP «UkrNDNTs», 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=62737 (last accessed: 16.04.2025).
9. DSTU 7863:2015. (2016). Soil quality. Determination of easily hydrolyzable nitrogen by the Kornfield method : Vydannia ofitsiine. [Chynnyi vid 2016-07-01]. Kyiv : DP «UkrNDNTs», 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62745 (last accessed: 16.04.2025).

10. Каленська С. М., Новіцька Н. В., Джемесюк О. В. Формування площі листкової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської Державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 6–10.

11. Малиновська І. М., Борко Ю. П. Вплив агротехнічних заходів на активність хлорофілу рослин сої. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 2 (815). С. 19–25. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-03>.

12. Онуфран Л. І., Нетіс В. І. Поглинання та використання сонячної енергії посівами сої за різних умов вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 2 (94). С. 107–115.

13. Рослинництво. Практикум / За ред. О. І. Зінченка. Вінниця : Нова книга, 2008. 536 с.

14. Темрієнко О. О. Фотосинтетична та насіннева продуктивність посівів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 100. Т. 2. С. 75–85. URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/100_2018/part_2/100-2_2018.pdf (дата звернення: 05.04.2025).

15. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин / М. Г. Василенко та ін. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 96–101. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2018.161350>.

16. Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В. Фотосинтетична та насіннева продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Правобережного Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 6/100. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.002>.

17. Циганська О. Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від елементів технології вирощування. *Агронаука і практика*. 2023. Вип. 2, Ч. 4, С. 10–16. DOI: [10.32636/AGROSCIENCE.2023-\(2\)-4-2](https://doi.org/10.32636/AGROSCIENCE.2023-(2)-4-2).

18. Чинчик О. С. Фотосинтетична діяльність та врожайність сортів сої залежно від удобрення. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 246–255. URL: <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/90/Agro/Ukr/33.pdf> (дата звернення: 04.04.2025).

19. Чинчик О. С., Оліфірович С. Й. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від впливу елементів технології вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. С. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.8>.

20. Шовкова О. В. Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну та насіннову продуктивність посівів сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 464–471. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/328>

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62745 (last accessed: 16.04.2025).

10. Kalenska S. M., Novitska N. V., Dzhemesiuk O. V. Formation of the leaf surface area of soybean under the influence of inoculation and fertilization. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2016. No. 3. P. 6–10.

11. Malynovska I. M., Borko Yu. P. The influence of agrotechnical measures on the activity of chlorophyll in soybean. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2021. No. 2 (815). P. 19–25. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-03>.

12. Onufran L. I., Netis V. I. Absorption and use of solar energy by soybean crops under different growing conditions. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2017. Issue 2 (94). P. 107–115.

13. Crop production. Workshop / Za red. O. I. Zinchenka. Vinnytsia : Nova knyha, 2008. 536 p.

14. Temriienko O. O. Photosynthetic and seed productivity of soybean crops depending on the technological methods of cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2018. No. 100. Vol. 2. P. 75–85. URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/100_2018/part_2/100-2_2018.pdf (last accessed: 05.04.2025).

15. Yield and quality of seeds of agricultural crops under the action of plant growth regulators / M. H. Vasylenko et al. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2018. No. 1. P. 96–101. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2018.161350>.

16. Furman V. A., Furman O. V., Svystunova I. V. Photosynthetic and seed productivity of soybean depending on inoculation and fertilization in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2022. No. 6/100. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.002>.

17. Tsyhanska O. Peculiarities of growth and development of soybean plants depending on elements of cultivation technology. *Ahronauka i praktyka*. 2023. Issue 2, Ch. 4, P. 10–16. DOI: [10.32636/AGROSCIENCE.2023-\(2\)-4-2](https://doi.org/10.32636/AGROSCIENCE.2023-(2)-4-2).

18. Chynchyk O. S. Photosynthetic activity and yield of soybean varieties depending on fertilization. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. Uman, 2017. Issue 90. Ch. 1. P. 246–255. URL: <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/90/Agro/Ukr/33.pdf> (last accessed: 04.04.2025).

19. Chynchyk O. S., Olifirovych S. Y. Photosynthetic productivity of soybean crops depending on the influence of elements of cultivation technology. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. 2023. P. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.8>.

20. Shovkova O. V. The influence of elements of cultivation technology on the photosynthetic and seed productivity of soybean crops. *Visnyk Zhytomirskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*. 2015. No. 2 (50), vol. 1. P. 464–471. URL:

7/3/VZNAU_2015_2_1_464-471.pdf (дата звернення: 04.04.2025).

21. Шовкова О. В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та застосування мікродобрих. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 156–160. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2014/02/34.pdf> (дата звернення: 04.04.2025).

http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/3287/3/VZNAU_2015_2_1_464-471.pdf (last accessed: 04.04.2025).

21. Shovkova O. V. Photosynthetic productivity of soybean crops depending on the sowing dates and the use of microfertilizers. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2014. No. 2. P. 156–160. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2014/02/34.pdf> (last accessed: 04.04.2025).

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-7

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.34:631.153.7

**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ
НА ФОРМУВАННЯ АЗОТФІКСУЮЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОРТІВ СОЇ*****Д. В. Мізерник**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Дмитро МІЗЕРНИК,
аспірант
ORCID: 0000-0001-6355-2273

Для листування:

Дмитро МІЗЕРНИК
e-mail: mizernuk.d8@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

24 грудня 2024 р.

Погоджено до друку:

24 лютого 2025 р.

Представлено результати досліджень щодо азотфіксуючої здатності сортів сої, яка залежить від використання базової, інтенсивної та біологізованої технологій вирощування в умовах Передкарпаття. Визначено зміни параметрів надземної частини та кореневої системи рослин, чисельності і маси бульбочкових бактерій, а також наявності корневих решток у ґрунті в фазі цвітіння. Установлено кореляційний зв'язок між масою кореня і бульбочкових бактерій, а також між кількістю і масою самих бактерій. Досліджено вплив технологій на формування маси рослин у фазі ВВСН 59 (цвітіння) і виявлено різницю між сортами, що коливається від 0,4 до 1,9 г (базова технологія), від 1,0 до 2,1 г (інтенсивна) і від 1,3 до 2,9 г (біологізована). Визначено співвідношення між масою рослин і кореневої системи та розраховано наявність корневих решток: 5,38–5,99 т/га для базової технології, 5,85–6,40 т/га – інтенсивної та 6,37–7,27 т/га – біологізованої. Обґрунтовано, що збільшення кількості і маси бульбочок на рослині відбувається завдяки передпосівній обробці насіння інокулянтном Оптімайз 400 (1,8 л/т) та біостимулятором Фертігрейн Старт КоМо (1,0 л/т). З'ясовано, що підвищене вологозабезпечення в 2024 р. сприяло зростанню всіх досліджуваних показників.

Ключові слова: соя, сорт, технологія вирощування, бульбочкові бактерії, врожайність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук І. С. Волошук.

© Мізерник Д. В., 2025

Influence of cultivation technologies on the formation of nitrogen-fixing potential of soybean varieties

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Dmytro MIZERNYK
ORCID: 0000-0001-6355-2273

For corresponding:

Dmytro MIZERNYK
e-mail: mizernuk.d8@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

December 24, 2024

Accepted:

February 24, 2025

The article presents the results of studies on the nitrogen-fixing activity of soybean varieties, which depends on the use of basic, intensive and biologized cultivation technologies in the conditions of the Ciscarpathian region. Changes in the parameters of the above-ground part and root system of plants, the number and mass of nodule bacteria, as well as root residues in the soil in the flowering phase were determined. A correlation between the root mass and nodule bacteria, as well as between the number and mass of the bacteria themselves, is established. The influence of technologies on the formation of plant mass in the BBCH 59 phase (flowering) is studied and a difference between varieties fluctuating from 0.4 to 1.9 g (basic technology), from 1.0 to 2.1 g (intensive) and from 1.3 to 2.9 g (biologized) is revealed. The ratio between the plant mass and the root system was determined, and the presence of root residues was calculated: 5.38–5.99 t/ha with the basic technology, 5.85–6.40 t/ha with the intensive technology, and 6.37–7.27 t/ha with the biologized technology. It was substantiated that the increase in the number and mass of nodules on the plant occurs due to the pre-sowing treatment of seeds with the Optimize 400 inoculant (1.8 l/t) and the Fertigrain Start CoMo biostimulator (1.0 l/t). It was found that increased moisture supply in 2024 contributed to the growth of all the studied indicators.

Keywords: soybean, variety, cultivation technology, nodule bacteria, yield.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. За даними вчених, бобові культури у симбіозі з бульбочковими бактеріями здатні фіксувати значну кількість азоту: конюшина – 180–670 кг/га, люцерна – 200–460, боби кормові – 100–550, соя – 90–240, горох – 70–160, люпин – 150–450 кг/га [9, 14, 15].

За рахунок симбіозу до 70 % азоту соя засвоює з повітря та залишає поживні рештки, рівнозначні 15–20 т/га гною [6, 7, 16].

Активність симбіозу сої і бульбочкових бактерій обмежує підвищена кислотність ґрунту, яка коливається в діапазоні рН 5,5–8,5, однак потужний симбіотичний апарат вона формує за оптимальних значень рН 6,6–7,0.

З літературних джерел відомо, що кислі ґрунти містять значну кількість бульбочкових бактерій, але за таких умов вони втрачають вірулентність та активність [4, 5, 12, 29].

Вплив погодних факторів на активність бактерій підтверджує ряд

дослідників. Фотосинтез рослин сповільнюється внаслідок дефіциту води, тоді як заболочування викликає нестачу кисню в бульбочках, зменшуючи фіксацію азоту [22, 26, 30].

А. В. Мельник, А. У. Романенко, А. А. Дудка вказують на підвищення симбіотичної активності сої за рахунок застосування регуляторів росту: Атонік Плюс, Стимуляте, Вермістим Д, Альбіт ТПС. За їхніми даними, внесення регуляторів росту рослин у ВВСН 69 зменшувало сформовану кількість бульбочок порівняно з обробкою у фазі ВВСН 61 (297,06 шт.) [3, 25].

За рахунок інокулянтів можна втричі збільшити надходження в ґрунт біологічного азоту. Вони дають змогу компенсувати нестачу ґрунтового азоту, стимулюють поглинання фосфору рослиною, збільшують використання хімічних добрив, оскільки відомо, що засвоєння мінерального азоту не перевищує 50 %, фосфору – 20–25, калію – 40–60 %.

Частина добрив, що залишилася, забруднює ґрунт, роблячи його непридатним для життя корисних мікро- й макроорганізмів.

Світовий обсяг виробництва препаратів на основі азотофіксуючих бактерій становить понад 60 млн гектарних норм, однак в Україні він сягає лише 45 % з часткою вітчизняних інокулянтів 10 % [18, 23].

У ранніх фазах розвитку ВВСН 10 (сходи) – ВВСН 51 (бутонізація) рослини сої потребують лише 6–7 % азоту, 5 % фосфору і 8–9 % калію. Критичний період збігається з фазою цвітіння ВВСН 61, у якій потреба в елементах живлення різко зростає до 58–60 % (N), 59–60 % (P), 66–70 % (K), а в фазі наливу насіння (ВВСН 71–89) – знижується відповідно до 34–36 % (N), 31–36 % (P), 19–27 % (K).

Симбіотична фіксація азоту є більш економічно вигідною, ніж застосування мінеральної форми, яку мікробіота ґрунту використовує для розкладання рослинних решток [20, 21].

Потреба внесення азотних добрив під сою до теперішнього часу залишається дискусійним питанням, хоча відомо, що сполуки азоту впливають на функціонування бобово-ризобіального комплексу та симбіоз вже від утворення ризосфери і бульбочок до активного протікання процесу азотфіксації [24, 28, 31].

На його перебіг впливає неглибокий обробіток (12–14 см) і помірне ущільнення поверхні ґрунту за інокуляції насіння, що забезпечують до 181,2 кг/га споживання азоту та врожайність 2,42 т/га [27]. Внаслідок симбіозу між бактеріями і рослинами значно підвищується врожайність насіння і поліпшується його якість. Відомо, що асоціативна активність бактерій, які формуються на кореневій системі, обумовлена кількістю і масою бульбочок, у сортів є різною [19].

Хоча окремі виробники досягають високої врожайності, однак, за даними С. Г. Перетяцько, О. П. Рудік, середня врожайність зерна сої за останні роки в

Україні залишається на достатньо низькому рівні – 2,24 т/га, тому технологія вирощування цієї культури потребує удосконалення елементів відповідно до зон вирощування [1, 2, 8, 13, 17].

Мета наших досліджень полягала в виявленні ефективності застосування різних технологій вирощування на азотфіксуючу здатність сортів сої.

Матеріали і методи.

Експериментальну роботу виконували в відділі насінництва та насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж 2023–2024 рр. Досліди було закладено в Карпатській аграрній компанії (сmt Меденичі Дрогобицького р-ну Львівської обл.).

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглеєний легкосуглинковий, який характеризується такими середньозваженими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,3 %, сума ввібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, легкогідролізний азот (за Корнфілдом) – 89,6 мг/кг ґрунту, рухомий фосфор і обмінний калій (за Кірсановим) – відповідно 69,5 і 68,0 мг/кг ґрунту. За градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом, середнє – фосфором і низьке – калієм. Реакція ґрунтового розчину (pH_{сол} – 5,4) – слабокисла.

Погодні умови 2023 р., починаючи з квітня, характеризувалися більшими (165 %) кількостями опадів порівняно з середньобагаторічними даними (84,2 мм) за пониженої (на 0,5 °C) температури повітря (7,4 °C). Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–10 см становили 16,5 мм. Сівбу сортів сої проведено в II декаді травня (13.05.2023 р.). У цей період спостерігали незначне (на 0,6 °C) зниження температури повітря і малу кількість опадів – 4,3 мм (18 %) за багаторічної декадної 24 мм. У другій декаді температурний режим дещо зріс (на 0,5 °C), але кількість опадів була недостатньою (12,8 мм за норми 30 мм). У третій декаді спостерігали вищу на 2,8 °C температуру повітря і лише 41,9 % – кількість опадів. Друга і третя декади

червня характеризувалися великою кількістю опадів, яка переважала середньодекадні показники на 17,0 і 17,6 мм. У першій декаді липня температура повітря підвищилася до 20,5 °С (за 16,7 °С), а кількість опадів зменшилася до 26,5 мм за середньодекадного показника 32,0 мм. Середньомісячна температура червня була вищою на 0,8 °С, а кількість опадів становила 114 % від середньобагаторічних даних. У липні спостерігали таку ж тенденцію, температурні умови всіх декад були вищими на 1,4–3,8 °С, а кількість опадів – на 32,0 мм більша. Серпень був з підвищеною температурою повітря (на 0,9 °С – перша, 5,3 – друга та на 6,7 °С – третя декада) та більшою кількістю опадів (127 % від норми). У вересні спостерігали температуру повітря на рівні 17,7 °С (за норми 13,1 °С), а опадів у середньому за місяць випало на 24,0 % більше від середньобагаторічного показника.

У квітні 2024 р. усі декади були з вищою температурою і меншою кількістю опадів. Місячна температура становила 11,7 °С за середньобагаторічної 7,4 °С, а кількість опадів – 44,9 мм за норми 51 мм. У першій і другій декадах травня опади були незначними – 1,8 і 1,7 мм за середньобагаторічних даних 24 і 30 мм, у третій дещо збільшилися – до 9,3 мм (31 мм). Середньомісячна температура червня була вищою на 3,4 °С, а кількість опадів становила 12,8 мм (66 % від середньобагаторічної). У липні спостерігали таку ж тенденцію. Температурний режим усіх декад був вищим на 0,9–3,8 °С, а кількість опадів – на 16,5 мм менша від середньобагаторічного показника. Відхилення за температурою повітря у серпні становило 0,8–6,1 °С. Велика кількість опадів випала у першій декаді (72,4 мм за середньодекадного показника 29 мм), і відсутність їх спостерігали в другій. Теплим з підвищеною місячною температурою (17,5 °С) був вересень та мокрим – у другій і третій декадах (52,1 і 43,0 мм за норми 20 і 19 мм).

Загальна площа дослідної ділянки – 60 м², облікова – 50 м². Розміщення варіантів систематичне, повторність – триразова.

У досліді вивчали сорти вітчизняної та іноземної селекції, рекомендовані для зони вирощування – Лісостепу – середньостиглої групи: Перепілочка (2022 р., ННЦ «Інститут землеробства НААН»), Інгуз (2020 р., ТОВ Інститут органічного землеробства), Інструктор (2021 р., Франція), Аклайм (2021 р., Канада).

Технології вирощування сортів сої.
Базова – обробка насіння Максим Адванс 195 FS, 1,0 л/т + Командор Гранд, 0,5 л/т; норма внесення мінеральних добрив – N_{7,5}P_{7,5}K_{7,5}; норма висіву насіння, тис. схож. нас./га – 600; ґрунтовий гербіцид – Пледж, 0,05 л/га; страховий гербіцид – Базагран, 1,9 л/га, Текнофіт, рН⁺, 0,2 л/га; I позакореневе підживлення у фазі ВВСН 13 (3–4 листків) Текнокель Аміно В, 0,5 л/га; II позакореневе підживлення у ВВСН 51 (фаза бутонізації – початок цвітіння) Текнокель Аміно В, 1,0 л/га та Карбамід, 10 кг/га + інсектицид Нокаут Екстра, 0,1 л/га; III позакореневе підживлення в фазі ВВСН 65 (повне цвітіння: близько 50 % квіток відкрито) мікродобривом Фолікер 10-5-40 (2,0 кг/га) + ДОК Про (0,5 кг/га).

Інтенсивна – обробка насіння Максим Адванс 195 FS, 1,0 л/т + Командор Гранд, 0,5 л/т + Фертігрейн Старт КоМо, 1,0 л/т + Оптімайз 400, 1,8 л/т; норма внесення мінеральних добрив – N₇P₂₀K₂₈ + підживлення сульфатом амонію (N₂₁S₂₄); норма висіву насіння, тис. схож. нас./га – 600; ґрунтовий гербіцид – Пледж, 0,05 л/га + Пропоніт, 1,8 л/га + Роубек, к. е. (0,3 л/га); страховий гербіцид – перше внесення: Базагран, 1,9 л/га + Хармоні, 7,0 г/га + Текнофіт рН⁺, 0,2 л/га. За потреби друге внесення: Тарга Макс, к. е. (0,5 л/га) + Текнофіт рН⁺, 0,2 л/га; I позакореневе підживлення у фазі ВВСН 13 (3–4 листків) Текнокель Аміно В, 0,5 л/га + Текнокель Аміно Мо, 0,2 л/га + Текнокель Аміно N, 2,0 л/га; II

позакореневе підживлення у ВВСН 51 (фаза бутонізації – початок цвітіння) Текнокель Аміно В, 1,0 л/га + Фертігрейн Фоліар, 1,0 л/га + Текнокель Аміно S, 1,0 л/га + Текнокель Аміно N, 2,0 л/га з інсектицидом Нокаут Екстра, 0,1 л/га; III позакореневе підживлення в фазі ВВСН 65 (повне цвітіння: близько 50 % квіток відкрито) мікродобривом Фолікер 10-5-40 (3,0 кг/га) + Текнокель Аміно N, 1,0 л/га + ДОК Про, 0,5 кг/га.

Біологізована – обробка насіння Оптімайз 400, 1,8 л/т + Фертігрейн Старт КоМо, 1,0 л/т; норма внесення мінеральних добрив – $P_{20}K_{28}S_{16}$; норма висіву насіння, тис. схож. нас./га – 600; ґрунтовий гербіцид – Пледж, 0,05 л/га, Роубек, к. е. (0,3 л/га); I позакореневе підживлення у фазі ВВСН 13 (3–4 листків) – Текамін Макс, 2,0 л/га; II позакореневе підживлення у ВВСН 51 (фаза бутонізації – початок цвітіння) – Текнокель Аміно Бор, 1,0 л/га + Лепідоцид М, 4,0 л/га; III позакореневе підживлення – Текамін Макс, 2,0 л/га.

Дослідження проводили з використанням «Практикуму з мікробіології» [10].

Чисельність бульбочок на коренях сої визначали кількісним методом, їх масу – ваговим з 25 рослин у чотирьох повтореннях; урожайність насіння –

методом суцільного обмолоту зерна з кожної ділянки і його зважуванням та перерахунком на стандартну 14-відсоткову вологість. Статистичний аналіз результатів – методом дисперсійного аналізу (В. О. Ушкаренко та ін.) [11] з використанням програми Microsoft Excel.

Результати та обговорення.

Агрофітоценоз сої формувався під впливом морфогенезу рослини, на який вказує загальна кількість живої органічної речовини, накопичена в надземній і підземній частині. За роки досліджень на цей процес впливали сортові особливості та погодні умови вегетаційних періодів.

Сорти достовірно відрізнялися за масою рослини у фазі цвітіння (ВВСН 59). У 2023 р. за базової технології вирощування згаданий показник був у межах 52,4–53,7 г, інтенсивної – 54,2–56,7 г, біологізованої – 53,1–56,1 г. Внаслідок більшого вологозабезпечення у 2024 р. ці показники за всіх досліджуваних технологій були вищими, зокрема: 65,0–66,9 г – базової, 67,2–68,8 г – інтенсивної і 66,4–69,3 г – біологізованої. Різниця між сортами за середніми показниками маси рослини становила 0,4–1,9 г (базова технологія), 1,0–2,1 г (інтенсивна), 1,3–2,9 г (біологізована) ($HP_{0,05} = 0,5; 0,8; 1,0$).

1. Надземна маса рослини сортів сої залежно від технології вирощування (2023, 2024 рр.), г/роsl.

Сорт	Технологія вирощування											
	базова				інтенсивна				біологізована			
	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю
Перепілочка	52,4	65,0	58,7	-	54,2	67,2	60,7	-	53,1	66,4	59,8	-
Інгуз	52,7	65,5	59,1	0,4	55,5	67,9	61,7	1,0	54,2	67,9	61,1	1,3
Інструктор	54,2	66,9	60,6	1,9	56,7	68,8	62,8	2,1	56,1	69,3	62,7	2,9
Аклайм	53,6	66,3	60,0	1,3	56,3	68,0	63,2	1,5	55,6	68,4	62,0	2,2
$HP_{0,05}$	0,5				0,8				1,0			

Досліджуючи особливості формування архітекtonіки кореневої системи сортів залежно від технологій вирощування, ми визначали масу кореневої

системи рослини (табл. 2), середній показник якої варіював від 10,50–11,52 г з відмінностями між сортами 0,39–1,02 г (базова технологія) до 12,22–13,75 г з

різницею 0,86–1,53 г (біологізована)
($HP_{0,05} = 0,22; 0,20; 0,30$ г).

2. Маса кореневої системи рослини сортів сої залежно від технології вирощування (2023, 2024 рр.), г/роsl.

Сорт	Технологія вирощування											
	базова				інтенсивна				біологізована			
	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю
Перепілочка	7,80	13,20	10,50	–	8,66	14,72	11,69	–	9,18	15,27	12,22	–
Інгуз	8,16	13,62	10,89	0,39	9,01	14,94	11,98	0,29	9,72	16,43	13,08	0,86
Інструктор	8,71	14,32	11,52	1,02	9,48	15,48	12,48	0,79	10,37	17,33	13,75	1,53
Аклайм	8,50	13,92	11,21	0,71	9,26	15,16	12,21	0,52	10,17	16,96	13,57	1,35
$HP_{0,05}$	0,22				0,20				0,30			

Співвідношення кореневої системи до вегетативної надземної маси становило за середніми показниками 19,4–20,6 % з різницею між сортами 0,6–1,2 % (базова

технологія), 20,8–21,5 з різницею 0,1–0,7 % (інтенсивна) та 22,5–23,8 з відмінностями 0,6–1,3 % (біологізована) (табл. 3).

3. Співвідношення маси коренів до вегетативної частини рослини сортів сої залежно від технології вирощування (2023, 2024 рр.), %

Сорт	Технологія вирощування											
	базова				інтенсивна				біологізована			
	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю
Перепілочка	18,4	20,3	19,4	–	19,6	21,9	20,8	–	21,3	23,6	22,5	–
Інгуз	19,1	20,8	20,0	0,6	19,8	22,0	20,9	0,1	22,0	24,2	23,1	0,6
Інструктор	19,7	21,4	20,6	1,2	20,3	22,6	21,5	0,7	22,5	25,0	23,8	1,3
Аклайм	19,5	21,0	20,3	0,9	20,0	22,3	21,2	0,4	22,3	24,8	23,6	1,1

Оптимальні морфологічні та вагові параметри кореневої системи сортів сої дозволили сформувати максимальну кореневу біомасу, цінну з позиції біоорганічного застосування на сірих лісових ґрунтах в умовах достатнього зволоження. Враховуючи густоту стояння рослин на 1 га залежно від норми висіву сортів сої 600 тис. схож. нас./га, польової схожості насіння та маси кореневої системи рослини, залишок корневих решток становив 5,38–5,99 т/га за базової технології вирощування, 5,85–6,40 т/га –

інтенсивної і 6,37–7,28 т/га – біологізованої (табл. 4).

Отримання високої врожайності насіння сої значною мірою обумовлене ефективністю симбіотичної азотфіксації, яка у системі чинників інтенсифікації сільськогосподарського виробництва не викликає протиріч. Звідси впливає, що основним критерієм оцінки ефективності бобово-ризобіального симбіозу є кількість і маса сформованих на рослині бульбочок. За нашими обліками, у період цвітіння сої (ВВСН 59) їх кількість суттєво відрізнялася залежно від сорту та агротехнології.

4. Маса кореневих решток залежно від сорту та технології вирощування сої (2023, 2024 рр.), т/га

Сорт	Технологія вирощування											
	базова				інтенсивна				біологізована			
	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю
Перепілочка	4,11	6,65	5,38	-	4,32	7,37	5,85	-	4,86	7,88	6,37	-
Інгуз	4,31	6,93	5,62	0,24	4,61	7,57	6,09	0,24	5,14	8,48	6,81	0,44
Інструктор	4,60	7,37	5,99	0,65	4,79	8,00	6,40	0,55	5,49	9,05	7,27	0,90
Аклайм	4,50	7,36	5,93	0,55	4,76	7,89	6,33	0,48	5,42	8,94	7,18	0,81
НІР _{0,05}	0,11	0,14			0,10	0,12			0,10	0,13		

Найбільшу кількість бульбочок сформували сорти за біологізованої технології вирощування, на що впливала передпосівна обробка насіння інокулянтном Оптімайз 400 (1,8 л/т), створеним на основі чистої культури бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, з використанням компонентів формуляції, що подовжують термін виживання бактерій на насінні, та біостимулятора росту Фертігрейн Старт КоМо (1,0 л/т), який забезпечував насіння азотним живленням, знижував ризик цинкового голодування рослин на початкових етапах росту, поліпшував розвиток кореневої системи та підвищував життєздатність під час дії стрес-факторів. Тому за біологізованої технології вирощування сої середня кількість бульбочок була найвищою і становила

35–39 шт./росл. (табл. 5). Нижчими ці показники були за базової (23–25 шт./росл.), яка включала застосування фунгіцидного протруйника Максим Адванс 195 FS (1,0 л/т) з двокомпонентним інсектицидом контактно-системної дії для захисту від ґрунтових та наземних шкідників Командор Гранд (0,5 л/т). За поєданого хімічного захисту з біологічним (Максим Адванс, 1,0 л/т + Командор Гранд, 0,5 л/т + Фертігрейн Старт КоМо, 1,0 л/т + Оптімайз 400, 1,8 л/т) у інтенсивній технології кількість бульбочок була дещо більшою (на 5–6 шт./росл.) порівняно з базовою і меншою (на 7–12 шт./росл.) – з біологізованою.

5. Кількість бульбочок сої залежно від сорту та технології вирощування (2023, 2024 рр.), шт./росл.

Сорт	Технологія вирощування											
	базова				інтенсивна				біологізована			
	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю
Перепілочка	19	27	23	-	23	30	28	-	33	37	35	-
Інгуз	18	28	23	0	27	33	30	2	34	39	37	3
Інструктор	21	29	25	2	28	34	31	3	35	43	39	5
Аклайм	20	28	24	1	29	33	31	3	34	42	38	4
НІР _{0,05}			0,5				0,7				0,4	

За біологізованої технології вирощування сортів сої створювалися

оптимальні умови для функціонування симбіотичного апарату, що підтверджено

найвищою масою бульбочок на рослині в усі роки досліджень (табл. 6). У 2023 р. вона становила 1,49–1,64 г, у 2024 р. – 2,45–2,53 г. За базової технології ці показники були найнижчими (відповідно 1,01–1,27 і 2,0–2,11 г/росл.) і дещо вищими

за інтенсивної (1,21–1,41 і 2,12–2,39 г/росл.). Різниця за цим параметром між сортами становила 0,03–0,15 г/росл. (базова), 0,02–1,19 (інтенсивна) і 0,05–0,12 г/росл. (біологізована технологія вирощування).

6. Маса бульбочок сої залежно від сорту та технології вирощування (2023, 2024 рр.), г/росл.

Сорт	Технологія вирощування											
	базова				інтенсивна				біологізована			
	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю	2023	2024	середнє	± до контролю
Перепілочка	1,01	2,00	1,51	–	1,21	2,12	1,65	–	1,49	2,45	1,97	–
Інгуз	1,06	2,02	1,54	0,03	1,20	2,17	1,69	0,04	1,53	2,49	2,02	0,05
Інструктор	1,10	2,11	1,61	0,10	1,28	2,39	1,84	1,19	1,64	2,53	2,09	0,12
Аклайм	1,27	2,06	1,67	0,16	1,41	2,22	1,81	1,16	1,55	2,47	2,01	0,04
HP _{0,05}	0,2				0,4				0,3			

За результатами статистичної обробки даних, коефіцієнт кореляції Пірсона між двома величинами – кількістю і масою бульбочок – за базової технології вирощування був прямий сильний ($r = 0,756-1,000$), за інтенсивної – прямий

середній ($r = 0,304-0,445$), за біологізованої – прямий сильний ($r = 0,945-1,000$) (табл. 7). Це підтверджує, що з збільшенням кількості бульбочок на рослині їх маса зменшується.

7. Кореляція між кількістю і масою бульбочок з рослини сортів сої залежно від технології вирощування (2023, 2024 рр.)

Сорт	Технологія вирощування, бульбочок								
	базова			інтенсивна			біологізована		
	кількість, шт./росл.	маса, г/росл.	r	кількість, шт./росл.	маса, г/росл.	r	кількість, шт./росл.	маса, г/росл.	r
Перепілочка	23	1,51	0,756	28	1,65	0,304	35	1,97	0,945
Інгуз	23	1,54	0,988	30	1,69	0,340	37	2,02	1,000
Інструктор	25	1,61	0,756	31	1,84	0,418	39	2,09	1,000
Аклайм	24	1,67	1,000	31	1,81	0,445	38	2,01	0,956

Примітка. Коефіцієнт кореляції (r): від 0 до 0,33 – слабка, 0,34–0,66 – середня, 0,67–0,99 – сильна, 1,00 – повна як для прямої (+), так і зворотної (-).

Кореляція між масою кореневої системи і бульбочок за базової технології вирощування була середньою зворотною ($r = -0,482...-0,655$), за інтенсивної – сильною зворотною ($r = -0,761...-0,830$), за

біологізованої – слабкою зворотною ($r = -0,314...-0,329$) (табл. 8). Показники свідчать про відсутність впливу маси кореневої системи на масу бульбочок.

8. Кореляція між масою кореневої системи і бульбочок рослини сортів сої залежно від технології вирощування (2023–2024 рр.)

Сорт	Технологія вирощування								
	базова			інтенсивна			біологізована		
	Маса, г/роsl.								
	коренів	буль- бочок	г	коренів	буль- бочок	г	коренів	буль- бочок	г
Перепілочка	10,50	1,51	-0,482	11,69	1,65	-0,761	12,22	1,97	-0,319
Інгуз	10,89	1,54	-0,596	11,98	1,69	-0,773	13,08	2,02	-0,329
Інструктор	11,52	1,61	-0,627	12,48	1,84	-0,829	13,75	2,09	-0,326
Аклайм	11,21	1,67	-0,655	12,21	1,81	-0,830	13,57	2,01	-0,314

Висновки

1. У ґрунтово-кліматичних умовах зони Передкарпаття на сірих лісових поверхнево оглеєних легкосуглинкових ґрунтах за норми внесення мінеральних добрив $N_7P_{20}K_{28}$ + підживлення сульфатом амонію ($N_{21}S_{24}$) у фазі цвітіння ВВСН 65 найвищу надземну масу рослини та кореневої системи сорти сої сформували за інтенсивної технології вирощування – 60,7–63,2 та 11,69–12,48 г/роsl. з різницею між сортами 1,0–2,1 та 0,29–0,79 г/роsl.

2. Співвідношення між масою рослини та кореневої системи за базової технології вирощування становило

19,4–20,6 %, інтенсивної – 20,8–21,5 та біологізованої – 21,5–23,8 %.

3. Базова технологія вирощування забезпечувала 5,38–5,99 т/га корневих решток, інтенсивна – 5,85–6,40, біологізована – 6,37–7,27 т/га.

4. Найбільшу кількість бульбочок (35–39 шт./роsl.) та їх масу (1,97–2,09 г/роsl.) відзначено за біологізованої технології вирощування.

5. За морфологічними показниками та формуванням симбіотичного апарату переважав сорт Інструктор за всіх агротехнологій.

Список використаної літератури

1. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія / Г. М. Заболотний та ін. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2020. 276 с. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/27706.pdf> (дата звернення: 19.12.2024).

2. Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива / В. С. Кравченко та ін. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 92. С. 83–91. URL: <https://abbsl.osau.edu.ua/index.php/visnuk/article/view/28/20> (дата звернення: 19.12.2024).

3. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Plant and soil science*. 2020. Vol. 11, № 1. P. 13–22. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.013>.

4. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Продуктивність та азотфіксуєча здатність сортів сої залежно від факторів вирощування на Півдні Степу України. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. Агроєкологія*. 2014. № 1 (1). С. 17–23.

5. Гамаюнова В. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. Сучасні підходи до ведення

References

1. Agrobiological principles of soybean cultivation and ways to maximize its productivity : monograph / H. M. Zabolotnyi et al. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 2020. 276 p. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/27706.pdf> (last accessed: 19.12.2024).

2. Biologization of growing grain-legumes in Ukraine, analysis and prospects / V. S. Kravchenko et al. *Ahrarnyi visnyk Prychornomor'ia*. 2019. Issue 92. P. 83–91. URL: <https://abbsl.osau.edu.ua/index.php/visnuk/article/view/28/20> (last accessed: 19.12.2024).

3. Vyshnivskiy P. S., Furman O. V. Soybean productivity depending on elements of cultivation technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Plant and soil science*. 2020. Vol. 11, no. 1. P. 13–22. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.013>.

4. Hamaiunova V. V., Nazarchuk A. A. Productivity and nitrogen-fixing capacity of soybean varieties depending on cultivation factors in the southern steppe of Ukraine. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalno ahroekolohichnoho univertsytetu. Ahroekolohiia*. 2014. No. 1 (1). P. 17–23.

землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження. Рациональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій : кол. моногр. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С. 232–342.

6. Дідора В. Г., Ступницька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 4. С. 33–37. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/8256/1/VAN_2016_33-37.pdf (дата звернення: 18.12.2024).

7. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 1 (64). С. 23–28.

8. Забарна Т. А., Черешнюк В. В. Агроекологічні аспекти вирощування сої (*Glycine max* L.) в Україні. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 1. С. 108–116. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2024.299945>.

9. Кабанець В. М., Собко М. Г., Мурач О. М. Функціонування симбіозу «*Bradyrhizobium japonicum* – соя» і врожайність сої за впливу ризогуміну та фізіологічно активних речовин. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 58–66.

10. Кошевський І. І., Феделеш-Гладинець М. І. Практикум з мікробіології : навч. посіб. Київ : Аграрна наука, 2016. 122 с.

11. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство) : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грін Д. С., 2014. 448 с.

12. Мізерник Д. В. Сучасний стан та перспективи вирощування сої в світі і Україні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 76 (1). С. 36–47. DOI: [10.32636/01308521.2024-\(76\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-4).

13. Перетятко С. Г., Рудік О. П. Сучасний стан та прикладні аспекти перспектив розвитку виробництва сої в Україні. *Зрошуване землеробство*. 2021. Вип. 76. С. 49–53. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.10>.

14. Романько А. Ю. Стан вирощування сої в Україні та Сумській області. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2017. № 2 (33). С. 120–123.

15. Соя – стратегічна культура світового землеробства : бібліогр. покажч. / Полтав. держ. аграр. акад., б-ка ; уклад. І. І. Фіненко ; наук. ред. Л. Г. Білявська ; відп. за вип. Л. О. Снітко. Полтава : ПДАА, 2017. 100 с. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/3165/soya.pdf> (дата звернення: 19.12.2024).

16. Циганський В. І. Оптимізація системи удобрення сої на основі використання препаратів біологічного походження в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 69–81. DOI: [10.37128/2707-5826-2021-2-6](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-2-6).

17. Чернявський І. Ю. Прогнозування експортного потенціалу підприємств зернової галузі України з урахуванням рівня розвитку вітчизняної селекції. *Український журнал прикладної економіки*.

5. Hamaiunova V. V., Kovalenko O. A., Khonenko L. H. Modern approaches to the management of the agricultural sector based on biologization and resource conservation. Rational use of resources in the conditions of ecologically stable territories : kol. monohr. Poltava : TOV NVP «Ukrpromtorhservis», 2018. P. 232–342.

6. Didora V. H., Stupnitska O. S. Soybean productivity depending on inoculation and fertilization in the conditions of Polissia in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No. 4. P. 33–37. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/8256/1/VAN_2016_33-37.pdf (last accessed: 18.12.2024).

7. Didora V. H. Symbiotic productivity of soybean depending on seed inoculation and fertilizers. *Naukovi horyzonty*. 2018. No. 1 (64). P. 23–28.

8. Zabarna T. A., Cheresnuiuk V. V. Agroecological aspects of soybean (*Glycine max* L.) cultivation in Ukraine. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2024. No. 1. P. 108–116. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2024.299945>.

9. Kabanets V. M., Sobko M. H., Murach O. M. Functioning of the symbiosis "*Bradyrhizobium japonicum* – soybean" and soybean yield under the influence of rhizohumin and physiologically active substances. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2017. Issue 83. P. 58–66.

10. Koshevskiy I. I., Fedelezh-Hladynets M. I. Microbiology Workshop : navch. posib. Kyiv : Ahrarna nauka, 2016. 122 p.

11. Field experiment technique (irrigated agriculture) : navch. posib. / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 448 p.

12. Mizernyk D. V. Current state and prospects of soybean cultivation in the world and Ukraine. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2024. Issue 76 (1). P. 36–47. DOI: [10.32636/01308521.2024-\(76\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-4).

13. Peretiatio S. H., Rudik O. P. Current state and applied aspects of development of soybean production in Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2021. Issue 76. P. 49–53. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.10>.

14. Romanko A. Yu. The state of soybean cultivation in Ukraine and Sumy region. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2017. No. 2 (33). P. 120–123.

15. Soybean is a strategic crop in global agriculture : bibliohr. pokazhch. / Poltav. derzh. ahrar. akad., b-ka ; uklad. I. I. Finenko ; nauk. red. L. H. Biliavska ; vidp. za vyp. L. O. Snitko. Poltava : PDAA, 2017. 100 p. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/3165/soya.pdf> (last accessed: 19.12.2024).

16. Tsyhanskyi V. I. Optimization of soybean fertilization system based on the use of biological preparations in Right-Bank Forest-Steppe conditions. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2021. No. 21. P. 69–81. DOI: [10.37128/2707-5826-2021-2-6](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-2-6).

2019. Т. 4, № 4. С. 199–208. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2019-4-23>.

18. Шевченко О., Плиська М. Інокулянти – запорука успіху сої. *Пропозиція*. 2019. № 5. URL: <https://propozitsiya.com/ua/inokulyanty-zaporuka-uspihu-soyi> (дата звернення: 19.12.2024).

19. Шкатула Ю. М., Забарна Т. А., Черешнюк В. В. Динаміка кількості бульбочок залежно від інокуляції насіння сої та позакоренових підживлень. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2024. № 138. С. 229–235. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.29>.

20. Abd-Alla M. H., Al-Amri S. M., El-Enany A.-W. E. Enhancing *Rhizobium* – Legume Symbiosis and Reducing Nitrogen Fertilizer Use Are Potential Options for Mitigating Climate Change. *Agriculture*. 2023. Vol. 13 (11), article number 2092. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13112092>.

21. Beruk H., Yoseph T., Ayalew T. Unlocking the Potential of Inoculation with *Bradyrhizobium* for Enhanced Growth and Symbiotic Responses in Soybean Varieties under Controlled Conditions. *Agronomy*. 2024. 14 (6), article number 1280. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14061280>.

22. Cigelske B., Kandel H., DeSutter T. Soybean Nodulation and Plant Response to Nitrogen and Sulfur Fertilization in the Northern US. *Agricultural Sciences*. 2020. Vol. 11, No. 6. P. 592–607. DOI: [10.4236/as.2020.116037](https://doi.org/10.4236/as.2020.116037).

23. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO. URL: <http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor> (last accessed: 12.12.2024).

24. Improvement of soybean grain nutritional quality under foliar inoculation with *Azospirillum brasilense* strain Az39 / M. L. Puente et al. *Symbiosis*. 2019. Vol. 76 (1). P. 41–47. DOI: [10.1007/s13199-018-0568-x](https://doi.org/10.1007/s13199-018-0568-x).

25. Melnyk A. V., Romanko A. Y., Dudka A. A. Functional diagnostics of mineral nutrition and yield capacity of soybean plants due to the application of micro fertilizers. *East European Scientific Journal (Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe)*. 2020. № 1 (53). P. 50–55.

26. Nitrogen-fixing capacity of soybean varieties depending on seed inoculation and foliar fertilization with biopreparations / A. Korobko et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25 (4). P. 23–37. DOI: [10.12911/22998993/183497](https://doi.org/10.12911/22998993/183497).

27. Sinclair T. R., Nogueira M. A. Selection of host-plant genotype: the next step to increase grain legume N₂ fixation activity. *Journal of Experimental Botany*. 2018. Vol. 69, no. 15. P. 3523–3530. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/ery115>.

28. Tesfaye T., Tarekegn Yo., Walelign W. Biological and inorganic fertilizer applications improved growth, nodulation and yield of soybean (*Glycine max* L.) varieties. *International Journal of Current Research*. 2018. Vol. 10 (05). P. 68855–68862. URL: [researchgate.net/publication/357889384_biological_and_inorganic_fertilizer_applications_improved_growth_n](https://www.researchgate.net/publication/357889384_biological_and_inorganic_fertilizer_applications_improved_growth_n)

17. Cherniavskiy I. Yu. Forecasting the export potential of Ukrainian grain industry enterprises taking into account the level of development of domestic selection. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky*. 2019. Vol. 4, no. 4. P. 199–208. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2019-4-23>.

18. Shevchenko O., Plyska M. Inoculants are the key to soybean success. *Propozitsiya*. 2019. No. 5. URL: <https://propozitsiya.com/ua/inokulyanty-zaporuka-uspihu-soyi> (last accessed: 19.12.2024).

19. Shkatula Yu. M., Zabarna T. A., Cheresniuk V. V. Dynamics of the number of tubers depending on the inoculation of soybean seeds and foliar feeding. *Tavriyskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky*. 2024. No. 138. P. 229–235. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.29>.

20. Abd-Alla M. H., Al-Amri S. M., El-Enany A.-W. E. Enhancing *Rhizobium* – Legume Symbiosis and Reducing Nitrogen Fertilizer Use Are Potential Options for Mitigating Climate Change. *Agriculture*. 2023. Vol. 13 (11), article number 2092. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13112092>.

21. Beruk H., Yoseph T., Ayalew T. Unlocking the Potential of Inoculation with *Bradyrhizobium* for Enhanced Growth and Symbiotic Responses in Soybean Varieties under Controlled Conditions. *Agronomy*. 2024. 14 (6), article number 1280. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14061280>.

22. Cigelske B., Kandel H., DeSutter T. Soybean Nodulation and Plant Response to Nitrogen and Sulfur Fertilization in the Northern US. *Agricultural Sciences*. 2020. Vol. 11, no. 6. P. 592–607. DOI: [10.4236/as.2020.116037](https://doi.org/10.4236/as.2020.116037).

23. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO. URL: <http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor> (last accessed: 12.12.2024).

24. Improvement of soybean grain nutritional quality under foliar inoculation with *Azospirillum brasilense* strain Az39 / M. L. Puente et al. *Symbiosis*. 2019. Vol. 76 (1). P. 41–47. DOI: [10.1007/s13199-018-0568-x](https://doi.org/10.1007/s13199-018-0568-x).

25. Melnyk A. V., Romanko A. Y., Dudka A. A. Functional diagnostics of mineral nutrition and yield capacity of soybean plants due to the application of micro fertilizers. *East European Scientific Journal (Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe)*. 2020. No. 1 (53). P. 50–55.

26. Nitrogen-fixing capacity of soybean varieties depending on seed inoculation and foliar fertilization with biopreparations / A. Korobko et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25 (4). P. 23–37. DOI: [10.12911/22998993/183497](https://doi.org/10.12911/22998993/183497).

27. Sinclair T. R., Nogueira M. A. Selection of host-plant genotype: the next step to increase grain legume N₂ fixation activity. *Journal of Experimental Botany*. 2018. Vol. 69, no. 15. P. 3523–3530. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/ery115>.

28. Tesfaye T., Tarekegn Yo., Walelign W. Biological and inorganic fertilizer applications

odulation_and_yield_of_soybean_glycine_max_l_varieties (last accessed: 15.05.2025).

29. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank Forest-Steppe / I. M. Didur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (1). P. 76–80. URL: <https://www.ujecology.com/articles/the-effect-of-fertilizer-system-on-soybean-productivity-in-the-conditions-of-right-bank-foreststeppe.pdf> (last accessed: 19.12.2024).

30. The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops / V. Hanhur et al. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 26 (2). P. 365–374. URL: <https://www.agrojournal.org/26/02-13.pdf> (last accessed: 19.12.2024).

31. Thilakarethna M. S., Raizada M. N. A meta-analysis of the effectiveness of diverse rhizobia inoculants on soybean traits under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*. 2017. Vol. 105. P. 177–196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.11.022>.

improved growth, nodulation and yield of soybean (*Glycine max* L.) varieties. *International Journal of Current Research*. 2018. Vol. 10 (05). P. 68855–68862. URL: [researchgate.net/publication/357889384_biological_and_inorganic_fertilizer_applications_improved_growth_nodulation_and_yield_of_soybean_glycine_max_l_varieties](https://www.researchgate.net/publication/357889384_biological_and_inorganic_fertilizer_applications_improved_growth_nodulation_and_yield_of_soybean_glycine_max_l_varieties) (last accessed: 15.05.2025).

29. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of Right-Bank Forest-Steppe / I. M. Didur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (1). P. 76–80. URL: <https://www.ujecology.com/articles/the-effect-of-fertilizer-system-on-soybean-productivity-in-the-conditions-of-right-bank-foreststeppe.pdf> (last accessed: 19.12.2024).

30. The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops / V. Hanhur et al. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 26 (2). P. 365–374. URL: <https://www.agrojournal.org/26/02-13.pdf> (last accessed: 19.12.2024).

31. Thilakarethna M. S., Raizada M. N. A meta-analysis of the effectiveness of diverse rhizobia inoculants on soybean traits under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*. 2017. Vol. 105. P. 177–196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.11.022>.

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.24:631.527

**ВИВЧЕННЯ ТА ОЦІНКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ
ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ТИМОФІЇВКИ ЛУЧНОЇ
ЗА КОМПЛЕКСОМ ГОСПОДАРСЬКО ЦІННИХ ОЗНАК****О. Р. Перегрим, Г. С. Коник**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Ольга ПЕРЕГРИМ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6018-1128

Григорій КОНИК,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-2841-2982

Для листування:

Ольга ПЕРЕГРИМ
e-mail: Olya1106@meta.ua

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

11 березня 2025 р.

Погоджено до друку:

20 травня 2025 р.

Селекційна робота з будь-якою культурою починається з вивчення вихідного матеріалу та оцінки його за біологічними й господарсько цінними показниками. Представлено результати досліджень, які проводили на експериментальній базі Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у 2023–2024 рр. Вивчали 27 зразків тимофіївки лучної різного еколого-географічного походження, які висівали в колекційному розсаднику. Основна мета – формування та оцінка вихідного матеріалу за основними господарсько цінними ознаками для використання його в подальшій селекційній роботі. Оцінку зразків проводили за тривалістю вегетаційного періоду, кормовою, насінневою продуктивністю та елементами їх структури. Отримано попередні дворічні дані. За тривалістю вегетаційного періоду всі зразки віднесено до групи середньостиглих. Висота рослин досліджуваних зразків становила від 98,0 до 114,5 см, облиствленість – 38,1–76,0 %. Найбільшу довжину султана мав зразок PFZ 01944 (15,1 см), а кількість насінин у султані зразки PFZ 02499, PFZ 02496, PFZ 02501, PFZ 01944 (435–465 шт.). Зразки PFZ 02499, PFZ 01822, PFZ 01937, PFZ 02092, PFZ 02496 мали найбільшу масу 1000 насінин (0,60 – 0,62 г). Врожайність зеленої маси колекційних зразків при сінокісному способі використання в середньому за два роки склала 32,7–47,7 т/га, сухої речовини – 5,00–7,78 т/га, а насіння – 0,153–0,267 т/га. Між елементами продуктивності рослин досліджуваних зразків встановлені середні, низькі та дуже низькі кореляційні зв'язки. Високу кореляційну залежність ($r = 0,80$) встановлено між урожайністю та кількістю насінин у султані. Дослідження буде продовжено у 2025 р. На основі трирічних даних будуть відібрані кращі за господарсько цінними ознаками колекційні зразки тимофіївки лучної з метою включення їх в подальшу селекційну роботу для створення нових високопродуктивних сортів.

Ключові слова: селекція, вихідний матеріал, тимофіївка лучна, сорт, ознака, кормова продуктивність, насіннева продуктивність.

Study and evaluation of the source material for the breeding of timothy-grass by the complex of economically valuable traits

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Olha PEREHRYM
ORCID: 0000-0002-6018-1128

Hryhorii KONYK
ORCID: 0000-0003-2841-2982

For corresponding:

Olha PEREHRYM
e-mail: Olya1106@meta.ua

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
March 11, 2025
Accepted:
May 20, 2025

Breeding work with any crop begins with the study of the source material and its assessment by biological and economically valuable indicators. The results of research, conducted at the experimental base of the Pre-Carpathian Department of Scientific Research of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS in 2023–2024 are presented. 27 samples of timothy-grass of different ecological and geographical origin were studied, which were sown in a collection nursery. The main goal – the formation and evaluation of the source material by the main economically valuable traits for use in further breeding work. The samples were evaluated based on the duration of the growing season, fodder and seed productivity and elements of their structure. Previous two-year data received. By the duration of the growing season, all samples were classified as mid-ripe. The plant height was 98.0–114.5 cm, the leafiness – 38.1–76.0 %. Sample PFZ 01944 had the longest inflorescence (15.1 cm), and samples PFZ 02499, PFZ 02496, PFZ 02501, PFZ 01944 had the largest number of seeds in the inflorescence (435–465 pcs.). Samples PFZ 02499, PFZ 01822, PFZ 01937, PFZ 02092, PFZ 02496 had the largest weight of 1000 seeds (0.60 – 0.62 g). The yield of green mass by the haymaking way of use averaged over two years was 32.7–47.7 t/ha, dry matter – 5.00–7.78 t/ha, seeds – 0.153–0.267 t/ha. Medium, low and very low correlations were established between the elements of plant productivity of the studied samples. A high correlation ($r = 0.80$) has been established between yield and the number of seeds in the inflorescence. The study will continue in 2025. Based on three-year data the best collection samples by economically valuable traits will be selected for further breeding work in order to create new high-yielding varieties.

Keywords: selection, source material, timothy-grass, variety, trait, fodder productivity, seed productivity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Успішний розвиток тваринництва в Україні та світі загалом можливий лише за умов створення стабільної і повноцінної кормової бази. На сьогодні важлива роль у збільшенні виробництва кормів, а також здешевленні їх вартості відводиться такій галузі сільського господарства як кормовиробництво. Воно передбачає створення сіяних сіножатей та пасовищ, а тому необхідний правильний підбір видів і сортів трав. У зоні Передкарпаття, яка характеризується специфічними та складними ґрунтово-кліматичними умовами, основна увага приділяється вирощуванню багаторічних трав, які здатні забезпечувати тварини кормами майже

цілий рік починаючи з ранньої весни й до пізньої осені [4, 18, 19].

Україна займає одне з провідних місць з вирощування багаторічних трав. Одним із компонентів травосумішок в кормових сівозмінах на культурних пасовищах і сінокосах є багаторічні злакові трави, які використовуються в різних агрокліматичних зонах нашої країни для польового і лучного кормовиробництва. Багаторічні злакові трави мають велике значення для створення культурних сінокосів і пасовищ із тривалим строком використання. Порівняно з бобовими травами вони довше залишаються у травостоях і становлять основну масу у травосумішках на 4–6-й рік життя. Зелена маса злакових трав містить велику кількість

протеїну та інших поживних речовин. Багаторічні злакові трави є основними кормовими культурами при сінокісному і пасовищному використанні. Переважну більшість видів злакових трав (більше як 90 %) поїдають охоче тварини. На відміну від бобових трав, злакові трави мало вибагливі до родючості ґрунту і реакції його розчину [1, 2].

Родина Злакові нараховує понад 700 родів та більше ніж 1000 представників, з яких в Україні зустрічаються майже 300 видів. У сільськогосподарському виробництві відомо до 40 видів злакових трав. Серед багаторічних злакових трав на особливу увагу заслуговує рід Тимофіївка (*Phleum* L.), який нараховує понад 15 видів. В Україні поширені дев'ять з них, як кормові культури вивчено лише п'ять. В сільському господарстві найбільше використання має вид тимофіївка лучна, з якою ведеться основна селекційна робота [8].

Тимофіївка лучна (*Phleum pratense* L.) – це одна з найкращих і найцінніших трав в системі лучного й польового травосіяння. Цю траву використовують як основний компонент у травосумішках з конюшиною лучною (у рослин збігаються фази розвитку). Її вирощують на зелений корм, сіно, сінаж, силос, трав'яне борошно. Це високоврожайна трава з тривалим періодом використання.

Тимофіївка лучна – це верхова, нещільно кущова злакова рослина озимого і ярого типу розвитку заввишки до 140 см. Має високу енергію кущення, утворює багато видовжених, добре облиствлених пагонів. Суцвіття – циліндричний шорохуватий султан довжиною 6,0–20,0 см, плід – зернівка. Маса 1000 насінин – 0,3–0,6 г. Відзначається високою зимостійкістю. Навесні розвивається швидко, але на відміну від інших кормових трав цвіте пізніше. Період вегетації залежно від погодних умов року становить 85–130 днів. Повного розвитку досягає на 2–3-й рік життя. Як правило, тоді вона утворює найбільшу вегетативну масу. Рослина вологолюбна, у травостой

тримається 3–5 років і більше. При сінокісному використанні дає два укоси. При засіванні ділянки під пасовища ця трава відростає протягом літа 3–4 рази. Після скошування добре відростає. Найкраще скошувати траву тимофіївки на сіно в фазі від кінця колосіння до початку цвітіння. Після цвітіння стебла тимофіївки швидко грубіють, що впливає на зниження її кормової цінності. У першому і другому роках використання часто переважає у травостой. Належить до високоврожайних злакових трав. За сприятливих умов дає за два укоси 6–10 т/га сіна. Врожайність насіння становить 0,4–0,8 т/га [3, 27].

Тимофіївка лучна насамперед становить цінність як кормова культура, завдяки високому об'єму та якості зеленої маси. В 100 кг сіна тимофіївки містить 45–49 кормових одиниць і 3,0 кг перетравного протеїну, а в 100 кг зеленої маси – 20–21 кормових одиниць і 0,5–1,7 кг перетравного протеїну. Сіно тимофіївки лучної характеризується також великим вмістом таких незамінних амінокислот, як аргінін і лізин. Корм з тимофіївки охоче поїдають усі види худоби, особливо коні. Сіно тимофіївки містить велику кількість харчових волокон, а його абразивна текстура допомагає сточувати зуби, зберігаючи їх та щелепу в хорошому стані. Проте потрібно враховувати, що для годування підходить лише молода трава (стара стає жорсткішою, тому тварини від неї відмовляються) [26]. Окрім цього, тимофіївка лучна досить часто використовується в ландшафтному дизайні для озеленення ділянки. Вона висівається у складі газонних травосумішей спільно з райграсом, вівсяницею та мітлицею. Але тимофіївка лучна погано відновлюється після короткої стрижки й не переносить сильне витоптування, тому не підходить для облаштування спортивного лужка, що передбачає активне навантаження. Ідеальний варіант – це організація газонних покриттів універсального призначення для прикрашання приватної прибудинкової території та паркових зон [20, 28].

Для успішного впровадження тимофіївки лучної у виробництво з метою розширення площ сіножатей і пасовищ і, відповідно, кормової бази для тваринництва, важливе значення має вирощування нових високопродуктивних сортів цієї злакової трави. Наявність таких сортів є результатом наукової роботи селекціонерів. Селекцією тимофіївки лучної займаються такі основні наукові установи України, як Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН (м. Вінниця), Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН» (сmt Чабани), Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Оброшине). Основним завданням селекційної роботи в Передкарпатському відділі наукових досліджень ІСГ Карпатського регіону НААН є створення сортів тимофіївки лучної різних способів використання (сінокісний, пасовищний, пасовищно-сінокісний, або сінокісно-пасовищний), груп стиглості (ранньо-, середньо-, пізньостиглі). Велика увага приділяється підвищенню кормової продуктивності, урожайності насіння та якості корму, а також екологічній стабільності сорту. При створенні таких сортів використовуються різні методи селекції та вивчається різноманітний вихідний матеріал.

Вихідним матеріалом у селекції називається будь-який генетичний матеріал, який може бути використаний селекціонером у своїй практичній роботі для створення нових сортів. Він може бути представлений селекційними вітчизняними та закордонними сортами, гібридами, лініями, природними й штучними мутантами, поліплоїдами, місцевими формами та сортами, природними й синтетичними гібридними популяціями, гаплоїдами, продуктами генетичної і генної інженерії [10]. Основними джерелами вихідного матеріалу в селекції є: колекція Національного генетичного банку рослин України, яка включає більше ніж 2000 зразків багаторічних трав; взаємний обмін насінням між науково-дослідними

установами; безпосередній збір місцевих сортів і дикорослих популяцій у природних умовах. Всебічне вивчення та оцінка вихідного матеріалу є початковим етапом селекційної роботи. Чим більше генетичне різноманіття вихідного матеріалу, тим результативніший добір. Від правильного вибору вихідного матеріалу залежить наскільки успішною буде селекційна робота з тією чи іншою культурою [23].

У селекції тимофіївки лучної використовують такі види вихідного матеріалу, як дикорослі форми, місцеві сорти, а також популяції та зразки світової колекції, гібридні популяції. Найбільш цінним для селекційної роботи є вихідний матеріал, який відзначається високою продуктивністю, стійкістю до біотичних та абіотичних факторів середовища.

Добір вихідного матеріалу, як правило, базується на детальному вивченні господарських ознак і біологічних властивостей, які мають бути властиві майбутньому новому сорту. Найкращим вихідним матеріалом є місцеві зразки та популяції, які пристосовані до вирощування в певних ґрунтово-кліматичних умовах. Отже, для ефективної селекційної роботи вихідний матеріал слід вивчати та оцінювати одночасно за багатьма ознаками. Це досить складний і тривалий процес. Результати вивчення порівнюють зі стандартом – кращим із реєстрованих сортів [11].

Про важливе значення вихідного матеріалу для селекції зазначається в наукових публікаціях відповідної тематики багатьох авторів по різних культурах, а саме сої [6], стоколосу безостого [9, 16], грятіці збірної [25], конюшини [7, 14], люцерни [15, 21], вівса [12] та ін.

До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, станом на 17.01.2025 р. [13] занесено 9 сортів тимофіївки лучної. З них 5 сортів (Витава, Дарина, Підгірянкa, Мілена, Чарівна горянка) селекції українських вчених і 4 сорти (АТУРО, Лішка, Престо, Саммерграз) селекції німецьких вчених. Актуальним завданням є

створення та залучення нового вихідного матеріалу для потреб вітчизняної селекції з метою створення сортів різних напрямків використання, пристосованих до умов регіону вирощування. Виходячи з цього мета наших досліджень полягає у створенні та вивченні нового вихідного матеріалу тимофіївки лучної за комплексом господарсько-цінних ознак та залучення його в подальший селекційний процес для створення нових високопродуктивних сортів в умовах Західного регіону України.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2023–2024 рр. у спеціальній селекційній сівозміні Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Лішня Дрогобицького району Львівської області, зона Передкарпаття) на осушених гончарним дренажем дерново-середньопідзолистих

поверхнево оглеєних середньокислих суглинкових утворених на делювіальних відкладах ґрунтах з такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в орному шарі (0–20 см) – 1,22–1,88 %, рН сольової витяжки – 4,6, гідролітична кислотність (за Каппеном-Гільковицем) – 4,23 мг-екв. на 100 г ґрунту, Нг (сума ввібраних основ) – 11,8 мг-екв. на 100 г ґрунту, рухомих форм фосфору (за Кірсановим) – 118 мг, обмінного калію (за Кірсановим) – 82 мг, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 108 мг на 1 кг ґрунту.

Матеріалом для дослідження слугували 27 сортозразків тимофіївки лучної різного еколого-географічного походження, отриманих різними методами селекції і які висівали в колекційному розсаднику. За стандарт взято сорт Дарина (табл. 1).

1. Характеристика сортозразків тимофіївки лучної висіяних в колекційному розсаднику

Номер реєстрації установи (PFZ)	Сортозразок	Біологічний статус зразка	Країна походження	Звідки одержано зразок
1	2	3	4	5
00906	Дарина (стандарт)	500	Україна	ІСГКР НААН
02391	Dubingiai	500	Литва	ЛІЗ
02493	ІД із ДФ № 2208	400	Україна	ІСГКР НААН
02428	ГП Дарина × № 2089	412	Україна	ІСГКР НААН
02494	СГП № 2180 × № 1688 × № 1604	412	Україна	ІСГКР НААН
02495	СГП № 2331 × № 1606 × № 1611	412	Україна	ІСГКР НААН
02496	СГП № 2330 × № 2092 × № 1416	412	Україна	ІСГКР НААН
02497	СГП № 1615 × № 1614 × № 1607	412	Україна	ІСГКР НААН
02498	МД із № 2425	400	Україна	ІСГКР НААН
01013	ІД із сорту Zolis	400	Україна	ІСГКР НААН
02182	МД із № 1954	400	Україна	ІСГКР НААН
02500	МД із № 2425	400	Україна	ІСГКР НААН
02499	ІД із № 2425	400	Україна	ІСГКР НААН
02181	МД із № 1816	400	Україна	ІСГКР НААН
02502	МД із № 2424	400	Україна	ІСГКР НААН
02183	МД із № 1510	400	Україна	ІСГКР НААН
02501	ІД із № 1942	400	Україна	ІСГКР НААН
02087	ІД із № 1501	400	Україна	ІСГКР НААН
02503	МД із ДФ № 2208	400	Україна	ІСГКР НААН
02092	ІД із № 1512	400	Україна	ІСГКР НААН
01824	ІД із № 754	400	Україна	ІСГКР НААН

1	2	3	4	5
01822	ІД із № 1820	400	Україна	ІСГКР НААН
01818	ІД із № 1010	400	Україна	ІСГКР НААН
02094	МД із № 1602	400	Україна	ІСГКР НААН
02330	ГП Gintaras × № 906	412	Україна	ІСГКР НААН
01937	МД із № 1499	400	Україна	ІСГКР НААН
01316	ІД із сорту Калаутська	400	Україна	ІСГКР НААН
01944	ІД із № 1502	400	Україна	ІСГКР НААН

Примітки: ІД – індивідуальний добір, МД – масовий добір, ГП – гібридна популяція, СГП – складно гібридна популяція, 500 – селекційний сорт, 400 – селекційний / дослідницький матеріал, 412 – гібрид, ІСГКР НААН – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ЛІЗ – Литовський інститут землеробства.

Сорт тимофіївки лучної Дарина селекції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН створено багаторазовим індивідуальним добром із сорту Підгірянка. Сорт сінокісно-пасовищного напряму використання, забезпечує врожайність зеленої маси – 42,3 т/га, сухої речовини – 8,96 т/га, насіння – 0,47 т/га. Вміст білка – 6,7 %, клітковини – 27,3 %. Висота рослин – 102 см, маса 1000 насінин – 0,80 г. Тривалість вегетаційного періоду від фази початку весняного відростання до збиральної стиглості насіння становить приблизно 119 днів. Рекомендований для вирощування в Поліській і Лісостеповій зонах України. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2018 р. [5].

Підбір та оцінку вихідного матеріалу проводили згідно з «Удосконаленою методологією оцінки селекційного матеріалу грестиці збірної, райграсу високого, костриці очеретяної, тимофіївки лучної» [22], «Формування та збереження генетичного різноманіття кормових і газонних трав у Передкарпатті» [24]. Статистичну обробку результатів дослідження проводили методами дисперсійного та кореляційного аналізу за допомогою комп'ютерної програми MS Excel 2010.

Колекційний розсадник закладено безпокровним літнім строком сівби 28 липня 2022 р. Початок сходів відзначено 5 серпня, повні сходи – 11 серпня. Облікова площа ділянки 1 м², без повторень.

Стандарт сіяли через кожні чотири номери. Агротехніка вирощування тимофіївки лучної в досліді загальноприйнята для зони Передкарпаття.

Протягом всього періоду вегетації проводили фенологічні спостереження і визначали основні фази росту та розвитку рослин тимофіївки лучної. В рік сівби відзначали сходи й кущіння, а на першій і другий рік використання – весняне відростання, вихід в трубку, колосіння, цвітіння, господарська стиглість насіння. Оцінювали колекційні зразки за довжиною вегетаційного періоду, морфологічними (висота рослин, довжина султана) та господарськими (маса 1000 насінин, кількість насінин в султані, облиствленість, урожайність) ознаками. Облік урожаю проводили за сінокісного способу використання в фазі повного колосіння (два укуси) шляхом скошування і зважування трави з всієї облікової площі ділянки та наступним перерахунком зеленої маси на суху речовину за відсотком усушки пробних снопів масою 1 кг. Урожай насіння збирали в фазі повної стиглості. Його обмолочували, витирали, очищали та зважували окремо з кожної ділянки.

Результати та обговорення.

Температура повітря та кількість опадів за період вегетації є одними з вирішальних факторів, які впливають на формування кількісних ознак продуктивності рослини. Одні й ті ж самі зразки в різних умовах можуть проявляти себе по різному. Тому важливе значення має аналіз метеорологічних показників протягом

всього періоду вивчення вихідного матеріалу.

Гідротермічні умови в роки проведення досліджень (2023–2024 рр.), за даними метеорологічної станції м. Дрогобич, характеризувалися неоднаковим розподілом опадів та температурним

режимом порівняно з середньобагаторічними показниками. В цілому вони виявилися сприятливими для формування кормової продуктивності та урожаю насіння тимофіївки лучної (табл. 2).

2. Гідротермічні показники вегетаційного періоду тимофіївки лучної

Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С		Середній багаторічний показник	Сума опадів, мм		Середній багаторічний показник	Гідротермічний коефіцієнт	
	2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.
Березень	5,5	6,1	1,8	85,2	71,1	38,0	–	–
Квітень	7,9	11,5	7,9	71,4	44,7	53,0	0,5	1,0
Травень	13,5	14,5	13,2	46,1	44,2	97,0	1,3	1,1
Червень	17,1	19,4	16,2	187,9	91,2	119,0	3,7	1,6
Липень	20,1	20,9	17,6	217,3	127,0	110,0	3,5	1,9
Серпень	20,9	19,9	17,0	129,8	115,5	92,0	2,0	1,8
За березень-серпень	14,2	15,4	12,3	737,7	493,7	509,0	2,2	1,5
Характеристика вегетаційного періоду							надмірно вологий	достатньо вологий

Однією з біологічних особливостей, якій приділяється особлива увага в процесі селекційної роботи з будь-якою культурою, в тому числі з тимофіївкою лучною, є довжина вегетаційного періоду. Це найважливіша сортова та екологічна ознака рослини, яка визначає придатність сорту до вирощування в умовах конкретної агрокліматичної зони. Довжину вегетаційного періоду визначають на підставі даних фенологічних спостережень від появи сходів чи відростання до дозрівання насіння на рослині. Ця ознака може мати вирішальне значення для формування врожаю та його структурних елементів.

В результаті проведених фенологічних спостережень протягом 2023–2024 рр. усі досліджувані зразки тимофіївки лучної віднесено до групи середньостиглих. Значних розбіжностей серед зразків за тривалістю настання фенологічних фаз і довжиною вегетаційного періоду не спостерігалось.

Однак варіювання вегетаційного періоду в цілому спостерігалось залежно від року дослідження.

Початок весняного відростання тимофіївки лучної залежно від погодних умов року відзначали 10 березня (2023 р.) і 14 березня (2024 р.), повне відростання – через 10–14 діб. Сінокісна стиглість зразків наставала у 2023 р. через 84–88 діб, у 2024 р. – через 79–84 доби. Середня тривалість вегетаційного періоду тимофіївки лучної за два роки досліджень становила 136 діб. В середньому за дослідом, у 2023 р. тривалість вегетаційного періоду колекційних зразків становила 145 діб, у 2024 р. – 127 діб. На нашу думку, подовженню тривалості вегетаційного періоду у 2023 р. призвів надлишок вологи (ГТК = 2,2), особливо в червні (ГТК = 3,7) та липні (ГТК = 3,5).

Показником, який відображає темпи росту і розвитку тимофіївки лучної впродовж вегетації, є висота рослин. Висота рослин має велике значення в

селекційній роботі з багаторічними травами, оскільки є одним із непрямих показників урожайності зеленої маси та критерієм визначення строків скошування. Для селекції тимофіївки лучної становлять зацікавленість зразки з найменшим приростом у висоту для пасовищного використання і найбільшим – для сінокісного чи комплексного.

Висота рослин досліджуваних сортозразків у фазі повного колосіння коливалася від 98,0 до 114,5 см. Найвищою вона була в зразків PFZ 01937, PFZ 01013 (112,5 см), PFZ 02496 (112,0 см), PFZ 02183 (114,5 см), PFZ 02391, PFZ 02495 (111,2 см), PFZ 02503 (111,3 см) при середній висоті в стандарту Дарина 104,0 см.

Облиствленість рослин – важливий показник, що характеризує структуру зеленої маси багаторічних трав та впливає на якість корму. Вона залежить від кількості та маси листя. Чим вища облиствленість, тим, як правило, вища врожайність. Рослини тимофіївки лучної є добре облиствені й на час збирання на сіно листки можуть становити приблизно 36–40 % урожаю. Порівняно зі стеблами, в листках міститься найбільше поживних речовин, які легко засвоюються організмом тварин [20].

Показник облиствленості рослин тимофіївки лучної при сінокісному способі використання в середньому за дворічними даними коливався від 38,1 до 76,0 %. Найбільшу облиствленість мали такі зразки, як PFZ 01937 (72,5 %), PFZ 01818 (76,0 %), PFZ 02503 (75,6 %), PFZ 02500 (73,6 %), PFZ 02428 (70,0 %). Загальна облиствленість рослин, як правило, в першому укосі становила 40–55 %, у другому – 60–75 %.

Одним з основних господарсько-цінних показників тимофіївки лучної в напрямку якого ведеться селекційна робота з цією культурою, є врожайність зеленої маси. В середньому за два роки використання врожайність зеленої маси за два укоси становила 32,7–47,7 т/га, а вихід сухої речовини – 5,00–7,78 т/га. Найбільший урожай зеленої маси забезпечили зразки PFZ 02499 (47,7 т/га), PFZ 02496 (46,2 т/га), PFZ 02498 (45,0 т/га) і PFZ 01818 (45,5 т/га). Найбільший вихід сухої речовини мали зразки PFZ 02094 (7,78 т/га), PFZ 02092 (7,71 т/га), PFZ 01818, PFZ 02501 (7,68 т/га), PFZ 02499 (7,58 т/га), PFZ 01822 (7,55 т/га), PFZ 02496 (7,53 т/га), тоді як урожай зеленої маси стандарту Дарина становив 39,5 т/га, а сухої речовини – 7,01 т/га (табл. 3).

3. Кормова продуктивність та елементи її структури сортозразків тимофіївки лучної в колекційному розсаднику за сінокісного способу використання (сівба 2022 р., середнє за 2023–2024 рр.)

Сортозразок	Висота рослин, см	Облиствленість, %	Врожайність зеленої маси		Вихід сухої речовини	
			т/га	± до	т/га St	± до St
1	2	3	4	5	6	7
PFZ 00906 (St)	104,0	58,5	39,5	–	7,01	–
PFZ 02391	111,2	71,0	40,7	+1,2	7,09	+0,08
PFZ 02493	107,0	60,0	44,5	+5,0	6,82	-0,19
PFZ 02428	108,0	70,0	43,2	+3,7	7,14	+0,13
PFZ 02494	107,1	43,0	35,2	-4,3	5,72	-1,29
PFZ 02495	111,2	40,5	42,5	+3,0	7,44	+0,43
PFZ 02496	112,0	66,4	46,2	+6,7	7,53	+0,52
PFZ 02497	106,5	57,2	37,0	-2,5	6,80	-0,21
PFZ 02498	106,8	51,3	45,0	+5,5	7,62	+0,61
PFZ 01013	112,5	40,0	34,0	-5,5	5,74	-1,27

1	2	3	4	5	6	7
PFZ 02182	107,5	55,5	38,5	-1,0	6,49	-0,52
PFZ 02500	106,0	73,6	40,2	+0,7	7,05	+0,04
PFZ 02499	109,5	53,1	47,7	+8,2	7,58	+0,57
PFZ 02181	104,0	38,1	33,7	-5,8	5,00	-2,01
PFZ 02502	108,4	45,4	34,5	-5,0	5,33	-1,68
PFZ 02183	114,5	39,6	32,7	-6,8	5,72	-1,29
PFZ 02501	108,0	40,3	41,5	+2,0	7,68	+0,67
PFZ 02087	105,3	57,0	43,2	+3,7	7,24	+0,23
PFZ 02503	111,3	75,6	41,4	+1,9	7,11	+0,10
PFZ 02092	98,0	68,8	43,7	+4,2	7,71	+0,70
PFZ 01824	110,0	63,2	41,9	+2,4	6,80	-0,21
PFZ 01822	110,7	59,3	42,2	+2,7	7,55	+0,54
PFZ 01818	110,0	76,0	45,5	+6,0	7,68	+0,67
PFZ 02094	103,0	64,0	42,7	+3,2	7,78	+0,77
PFZ 02330	101,1	41,2	38,5	-1,0	5,82	-1,19
PFZ 01937	112,5	72,5	42,5	+3,0	7,50	+0,49
PFZ 01316	104,2	40,8	38,5	-1,0	6,72	-0,29
PFZ 01944	100,6	56,0	40,5	+1,0	7,46	+0,45
НІР ₀₅	2023		1,28		0,15	
	2024		1,18		0,13	
\bar{X}	107,5	56,3	40,6		6,89	
Min	98,0	38,1	32,7		5,00	
Max	114,5	76,0	47,7		7,78	
R	16,5	37,9	13,5		2,78	

Примітки: \bar{X} – середній показник по досліді; Min – мінімальне значення ознаки; Max – максимальне значення ознаки; R – розмах варіації.

Відомо, що насіннева продуктивність тимофіївки лучної залежить від таких елементів її структури, як довжина султана, кількість насінин у султані, маса 1000 насінин. Тому визначення цих показників має велике значення в селекційній роботі. Величина цих ознак залежить не тільки від генотипу рослин, а й від умов середовища.

За даними структурного аналізу показник довжини султана досліджуваних зразків тимофіївки лучної в середньому за два роки досліджень становив 12,6 см. Найбільшою довжиною султана характеризувався зразок PFZ 01944 (15,1 см), а найменшою – зразок PFZ 02502 (11,2 см). Довжина султана в стандарті становила 12,1 см. Кількість насінин у султані коливалася від 203 до 465 шт. Найбільшими показниками за цією

ознакою характеризувалися зразки PFZ 02499 (465 шт.), PFZ 02501 (440 шт.), PFZ 02496 (455 шт.), PFZ 01944 (435 шт.).

До селекційно-цінних ознак належить маса 1000 насінин. В середньому за дворічними даними цей показник становив 0,54 г. Найменшу масу 1000 насінин мали зразки PFZ 02330 (0,48 г), PFZ 02087 (0,49 г), найбільшу – зразки PFZ 02499, PFZ 01822, PFZ 01937 (0,62 г), PFZ 02092, PFZ 02496 (0,60 г).

Врожайність насіння досліджуваних сортозразків тимофіївки лучної в середньому за два роки використання склала від 0,153 до 0,267 т/га. Найбільше за цим показником на 0,033 – 0,061 т/га стандарт перевищили зразки PFZ 02496, PFZ 02499, PFZ 02391, PFZ 02493, PFZ 02494, PFZ 02497, PFZ 02500, PFZ 01937 (табл. 4).

4. Насіннєва продуктивність та елементи її структури сортозразків тимофіївки лучної в колекційному розсаднику (сівба 2022 р., середнє за 2023–2024 рр.)

Сортозразок	Довжина султана, см	Кількість насінин у султані, шт.	Маса 1000 насінин, г	Урожайність насіння	
				т/га	± до
PFZ 00906 (St)	12,1	324	0,55	0,206	–
PFZ 02391	11,7	422	0,58	0,251	+0,045
PFZ 02493	13,5	418	0,56	0,245	+0,039
PFZ 02428	13,0	408	0,55	0,225	+0,019
PFZ 02494	12,4	428	0,55	0,245	+0,039
PFZ 02495	13,4	396	0,52	0,218	+0,012
PFZ 02496	12,0	455	0,60	0,267	+0,061
PFZ 02497	12,0	400	0,54	0,244	+0,038
PFZ 02498	13,2	319	0,51	0,211	+0,005
PFZ 01013	11,7	228	0,50	0,176	-0,030
PFZ 02182	13,0	210	0,50	0,193	-0,013
PFZ 02500	12,0	415	0,58	0,256	+0,050
PFZ 02499	13,5	465	0,62	0,261	+0,055
PFZ 02181	12,2	340	0,50	0,213	+0,007
PFZ 02502	11,2	210	0,51	0,196	-0,010
PFZ 02183	13,2	410	0,55	0,216	+0,010
PFZ 02501	11,4	440	0,58	0,229	+0,023
PFZ 02087	12,6	215	0,49	0,174	-0,032
PFZ 02503	13,3	203	0,50	0,153	-0,053
PFZ 02092	12,1	402	0,60	0,222	+0,016
PFZ 01824	11,4	208	0,50	0,188	-0,018
PFZ 01822	14,0	365	0,62	0,233	+0,027
PFZ 01818	12,2	212	0,51	0,190	-0,016
PFZ 02094	12,0	230	0,52	0,169	-0,037
PFZ 02330	13,1	270	0,48	0,203	-0,003
PFZ 01937	12,3	375	0,62	0,239	+0,033
PFZ 01316	13,7	258	0,50	0,185	-0,021
PFZ 01944	15,1	435	0,56	0,234	+0,028
НІР ₀₅	2023			0,02	
	2024			0,01	
\bar{X}	12,6	338	0,54	0,216	
Min	11,2	203	0,48	0,153	
Max	15,1	465	0,62	0,267	
R	3,9	262	0,14	0,111	

Урожайність являє собою складну комплексну ознаку формування якої залежить від багатьох елементів її структури. Вони перебувають між собою в тісному зв'язку і можуть залежати як одне від одного, так і змінюватись під впливом

зовнішніх умов середовища вирощування. Ми провели кореляційний аналіз залежності основних елементів продуктивності тимофіївки лучної між собою та з урожайністю (табл. 5).

5. Кореляційна залежність елементів продуктивності тимофіївки лучної між собою та з урожайністю (г), (2023 – 2024 рр.)

Ознаки	Урожайність	Маса 1000 насінин	Довжина султана	Кількість насінин у султані	Висота рослин	Облиствленість
Урожайність	1,00					
Маса 1000 насінин	0,20	1,00				
Довжина султана	-0,02	0,12	1,00			
Кількість насінин у султані	0,80	0,50	0,46	1,00		
Висота рослин	-0,04	0,10	0,60	-0,08	1,00	
Облиствленість	0,16	-0,03	-0,03	-0,02	0,28	1,00

Завдяки використанню методу кореляційного аналізу, який проведено між окремими елементами продуктивності зразків тимофіївки лучної, встановлено середні кореляційні зв'язки між довжиною султана і висотою рослин ($r = 0,60$), довжиною султана і кількістю насінин у султані ($r = 0,46$), кількістю насінин у султані та масою 1000 насінин ($r = 0,50$). Низькі зв'язки встановлено між довжиною султана і масою 1000 насінин ($r = 0,12$), висотою рослин і масою 1000 насінин ($r = 0,10$), висотою рослин і облиствленістю ($r = 0,28$). Кореляційна залежність між облиствленістю і масою 1000 насінин, довжиною султана, кількістю насінин у султані майже не проявлялася та була від'ємною.

Високу кореляцію встановлено між урожайністю і кількістю насінин у султані ($r = 0,80$). Слабку залежність виявлено між урожайністю і масою 1000 насінин ($r = 0,20$), урожайністю та облиствленістю ($r = 0,16$). Кореляція урожайності з довжиною султана та висотою рослин була негативною, тобто залежність між цими ознаками не простежувалася.

З отриманих даних бачимо, що урожайність досліджуваних сортозразків тимофіївки лучної найбільше корелює з кількістю насінин у султані, тому при виборі зразків для підвищення продуктивності в першу чергу варто звертати увагу на дану ознаку.

Вивчення колекційних зразків тимофіївки лучної продовжиться у 2025 р. За результатами трирічних досліджень будуть відібрані кращі за господарсько

цінними ознаками зразки для передачі їх в подальшу схему селекційної роботи з метою створення нових високопродуктивних сортів культури.

Висновки. В результаті попереднього вивчення колекційних зразків тимофіївки лучної за довжиною вегетаційного періоду, кормовою, насінневою продуктивністю та елементами їх структури встановлено, що зразки відрізнялись за рівнем їх прояву.

Всі досліджувані сортозразки віднесено до середньостиглої групи з середньою тривалістю вегетаційного періоду за два роки фенологічних спостережень 136 діб. Найвищу висоту рослин у фазі колосіння мали зразки PFZ 01037, PFZ 01013, PFZ 02496, PFZ 02183, PFZ 02391, PFZ 02495, PFZ 02503 з показником 111,2–114,5 см. Найбільшу облиствленість мав зразок PFZ 01818 (76,0 %), найменшу – PFZ 02181 (38,1 %). За довжиною султана виділилися зразок PFZ 01944 (15,1 см), за кількість насінин у султані – зразки PFZ 02499 (465 шт.), PFZ 02496 (455 шт.), PFZ 02501 (440 шт.), PFZ 01944 (435 шт.). Зразки PFZ 02499, PFZ 01822, PFZ 01937, PFZ 02092, PFZ 02496 мали найбільшу масу 1000 насінин, яка становила 0,60–0,62 г.

В середньому за два роки досліджень при сінокісному способі використання з-поміж зразків тимофіївки лучної за врожайністю зеленої маси виділено зразки PFZ 02499 (47,7 т/га), PFZ 02496 (46,2 т/га), PFZ 02498 (45,0 т/га), PFZ 01818 (45,5 т/га), які на 5,5–8,2 т/га перевищили стандарт Дарина. Досліджувані зразки PFZ 02094 (7,78 т/га), PFZ 02092 (7,71 т/га), PFZ 01818

(7,68 т/га), PFZ 02501 (7,68 т/га), PFZ 02499 (7,58 т/га), PFZ 01822 (7,55 т/га), PFZ 02496 (7,53 т/га) перевищили стандарт Дарина за виходом сухої речовини на 0,52–0,77 т/га.

За врожайністю насіння зразки PFZ 02496, PFZ 02499, PFZ 02391, PFZ 02493, PFZ 02494, PFZ 02497, PFZ 02500, PFZ 01937 перевищили стандарт на 0,033–0,061 т/га, забезпечивши 0,239–0,267 т/га насіння.

В середньому за дворічними даними виявлено середні, низькі та негативні

кореляційні зв'язки між елементами продуктивності рослин тимофіївки лучної (довжина султана, висота рослин, кількість насінин у султані, маса 1000 насінин, облиствленість). Високу кореляційну залежність ($r = 0,80$) встановлено між урожайністю і кількістю насінин у султані, тому при доборі зразків даної культури на підвищення продуктивності доцільно брати до уваги даний показник. Дослідження з вивчення колекційних зразків тимофіївки лучної буде продовжено у 2025 р.

Список використаної літератури

1. Аверчев О. В., Василенко Н. Є. Насіннєва продуктивність і посівні якості стоколосу безостого залежно від передпосівної обробки насіння азотфіксуючими препаратами. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.1>
2. Антипова Л. К., Цуркан Н. В., Адамович О. М. Багаторічні трави – важлива складова екологічного землеробства і кормовиробництва. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 35–41. DOI: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-5.
3. Антипова Л. К. Кормовиробництво : конспект лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2014. 115 с.
4. Байструк-Глодан Л. З., Хом'як М. М., Жапалеу Г. З. Джерела цінних ознак для селекції багаторічних трав. *Генетичні ресурси рослин*. 2021. № 28. С. 78–89. DOI: 10.36814/pgr.2021.28.08.
5. Байструк-Глодан Л. З. Створення декоративних газонів та технології вирощування насіння багаторічних трав. *Оброшине*, 2024. 40 с.
6. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Колекційні зразки сої – цінний вихідний матеріал для селекції. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. С. 9–15.
7. Боженко А. І., Сизенко О. Є. Відбір, оцінка і створення вихідного матеріалу конюшини лучної (*Trifolium pratense* L.) в умовах Північного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 17–27. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.3>.
8. Бондаренко І., Кисличенко В. Морфолого-анатомічне вивчення трави тимофіївки лучної. *Фітотерапія*. Часопис. 2023. № 3. С. 127–131. DOI: 10.32782/2522-9680-2023-3-127.
9. Бугайов В. В., Мар'янюк О. С. Вихідний матеріал для селекції стоколосу безостого за умов Центрального Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 26–31.
10. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур : підручник. Біла Церква, 2016. 376 с.
11. Гопцій Т. І., Лиманська С. В., Гудим О. В. Методи оцінки вихідного і селекційного матеріалу : навч. посіб. Харків, 2021. 107 с.

References

1. Averchev O. V., Vasylenko N. Ye. Seed productivity and crop quality of *Bromus inermis* depending on pre-seed treatment of seeds with nitrogen-fixing biological preparations. *Tavriyskiy naukovyi visnyk*. 2019. No. 7. P. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.1>.
2. Antypova L. K., Tsurkan N. V., Adamovych O. M. Perennial grasses are an important component of ecological agriculture and feed production. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomoria*. 2018. Issue 4. P. 35–41. DOI: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-5.
3. Antypova L. K. Feed production: lecture notes. Mykolaiv : MNAU, 2014. 115 p.
4. Bastruk-Hlodan L. Z., Khomiak M. M., Zhapaleu H. Z. Sources of valuable traits for the selection of perennial grasses. *Henetychni resursy Roslyn*. 2021. No. 28. P. 78–89. DOI: 10.36814/pgr.2021.28.08.
5. Bastruk-Hlodan L. Z. Creation of decorative lawns and technology for growing seeds of perennial grasses. *Obroshyne*, 2024. 40 p.
6. Biliavska L. H., Rybalchenko A. M. Soybean collection samples are valuable source material for breeding. *Tavriyskiy naukovyi visnyk*. 2018. No. 101. P. 9–15.
7. Bozhenko A. I., Syzenko O. Ye. Selection, evaluation and creation of the source material of meadow clover (*Trifolium pratense* L.) in the conditions of the Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriyskiy naukovyi visnyk*. 2020. No. 113. P. 17–27. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.3>.
8. Bondarenko I., Kyslychenko V. Morphological and anatomical study of timothy-grass. *Fitoterapiia. Chasopys*. 2023. No. 3. P. 127–131. DOI: 10.32782/2522-9680-2023-3-127.
9. Buhaiov V. V., Marianko O. S. Source material for the selection of *Bromus inermis* under the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2017. Issue 84. P. 26–31.
10. Vasylykivskiy S. P., Kochmarskiy V. S. Breeding and seed production of field crops : textbook. Bila Tserkva, 2016. 376 p.

12. Дацько А. О. Характеристика колекційних зразків вівса різного еколого-географічного походження в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 40–53.
13. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr>.
14. Левицька Л. М. Формування та оцінка колекційного матеріалу конюшини лучної (*Trifolium pratense* L.) в умовах Західного регіону України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С. 75–86. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-2-7.
15. Мамалига В. С., Бугайов В. Д., Горянський В. М. Вивчення вихідного матеріалу для едафічної селекції люцерни. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 134–149. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-10.
16. Марініч Л. Г., Шакалій С. М., Баган А. В. Характеристика вихідного матеріалу стоколосу безостого для газонного використання. *Вісник ПДАА*. 2022. № 4. С. 19–25. DOI: 10.31210/visnyk2022.04.02.
17. Оліфірович В. О. Облистяність зеленої маси лядвенцю рогатого і злакових багаторічних трав залежно від режиму використання. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85. С. 88–93.
18. Петриченко В. Ф., Векленко Ю. А., Корнійчук О. В. Наукові основи інтенсифікації виробництва кормів на луках і пасовищах України. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 10–22. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-01>
19. Петриченко В. Ф., Макаренко П. С. Лучне кормо виробництво і насінництво трав. Вінниця : Діло, 2005. 227 с.
20. Тимофіївка лучна (*Phleum pratense* L.). URL: <https://identify.plantnet.org/uk/k-world-flora/species/Phleum%20L/data>.
21. Тищенко О., Тищенко А., Куц Г. Характеристика вихідного матеріалу люцерни. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія «Агрономія»*. 2018. № 22 (1). С. 33–39.
22. Удосконалена методологія оцінки селекційного матеріалу грястиці збірної, райграсу високого, костриці очеретяної, тимофіївки лучної : методичні рекомендації / М. М. Хом'як та ін. Оброшине, 2020. 96 с.
23. Фіщук О. С., Андреєва В. В. Генетика і селекція рослин : курс лекцій. Луцьк, 2017. 174 с.
24. Формування та збереження генетичного різноманіття кормових і газонних трав у Передкарпатті : методичні рекомендації / Г. С. Коник та ін. Оброшине, 2015. 48 с.
25. Хом'як М. М., Байструк-Глодан Л. З. Формування робочої колекції грястиці збірної (*Dactylis glomerata* L.) в умовах Передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 62. С. 40–53.
11. Hoptsi T. I., Lymanska S. V., Hudym O. V. Methods of evaluation of the source and breeding material : educational manual. Kharkiv, 2021. 107 p.
12. Datsko A. O. Characteristics of collection samples of oats of different ecological and geographical origin in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2017. Issue 62. P. 40–53.
13. State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. URL: <https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr>.
14. Levytiska L. M. Formation and evaluation of collection material of red clover (*Trifolium pratense* L.) in the Western region of Ukraine. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2024. Issue 75 (2). P. 75–86. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-2-7.
15. Mamalyha V. S., Buhaiov V. D., Horianskiy V. M. Study of source material for edaphic selection of alfalfa. *Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2020. No. 16. P. 134–149. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-10.
16. Marinich L. H., Shakalii S. M., Bahan A. V. Characteristics of the source material of *Bromus inermis* for lawn use. *Visnyk PDAA*. 2022. No. 4. P. 19–25. DOI: 10.31210/visnyk2022.04.02.
17. Olifirovych V. O. Leafiness of green mass of bird's foot trefoil and perennial grasses depending on the mode of use. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2018. Issue 85. P. 88–93.
18. Petrychenko V. F., Veklenko Yu. A., Korniihchuk O. V. Scientific basis of intensification of fodder production in the meadows and pastures of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2020. Issue 89. P. 10–22. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-01>.
19. Petrychenko V. F., Makarenko P. S. Meadow fodder production and grass seed production. Vinnytsia : Dilo, 2005. 227 p.
20. Timothy-grass (*Phleum pratense* L.) URL: <https://identify.plantnet.org/uk/k-world-flora/species/Phleum%20L/data>.
21. Tyshchenko O., Tyshchenko A., Kuts H. Characteristics of the alfalfa source material. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii «Ahronomiia»*. 2018. No. 22(1). P. 33–39.
22. Improved methodology for evaluation of breeding material of cocksfoot, tall ryegrass, tall fescue, and timothy-grass : methodical recommendations / M. M. Khomiak et al. Obroshyne, 2020. 96 p.
23. Fishchuk O. S., Andreyeva V. V. Genetics and plant breeding : lecture course. Lutsk, 2017. 174 p.
24. Formation and preservation of genetic diversity of forage and lawn grasses in Precarpathia : methodical recommendations / H. S. Konyk et al. Obroshyne, 2015. 48 p.
25. Khomiak M. M., Bastruk-Hlodan L. Z. Formation of working collection of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) in the conditions of Precarpathia. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i*

2023. Вип. 73 (2). С. 110–126. DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-2-8.

26. Чорнолата Л. П., Лихач С. М., Здор Л. П. Протеїновий комплекс зеленої маси кормових культур. *Корми і кормовиробництво*. 2023. № 96. С. 180–189. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202396-17

27. Штакал М. І., Штакал В. М. Теоретичні основи лучного кормовиробництва на осушених торфовищах : монографія / за ред. М. І. Штакала. Вінниця, 2020. 184 с.

28. Plant guide for timothy (*Phleum pratense* L.). URL: <https://www.yumpu.com/en/document/read/18542245/plant-guide-for-timothy-phleum-pratense-usda-plants-database> (дата звернення: 13.02.2025).

tvarynnytstvo. 2023. Issue 73 (2). P. 110–126. DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-2-8.

26. Chornolata L. P., Lykhach S. M., Zdor L. P. Protein complex of green mass of fodder crops. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2023. No. 96. P. 180–189. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202396-17.

27. Shtakal M. I., Shtakal V. M. Theoretical bases of meadow fodder production on drained peatlands / ed. by M. I. Shakal. Vinnytsia, 2020. 184 p.

28. Plant guide for timothy (*Phleum pratense* L.). URL: <https://www.yumpu.com/en/document/read/18542245/plant-guide-for-timothy-phleum-pratense-usda-plants-database> (last accessed: 13.02.2025).

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-9

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.11:631.531.027.325

ЯРОВИЗАЦІЙНА ПОТРЕБА СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ**А. А. Сіроштан, В. П. Кавунець, О. А. Заїма, О. В. Гуменюк, О. Л. Дергачов**

Миронівський інститут пшениці
імені В. М. Ремесла НААН України
с. Центральне, Обухівський р-н,
Київська обл., 08853

Про авторів:

Андрій СІРОШТАН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-3246-2907

Валерій КАВУНЕЦЬ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6744-4947

Олексій ЗАЇМА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-5714-6308

Олександр ГУМЕНЮК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-1147-088X

Олександр ДЕРГАЧОВ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-8615-7110

Для листування:

Олексій ЗАЇМА
e-mail: oleksii.zaima@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

12 травня 2025 р.

Погоджено до друку:

2 червня 2025 р.

Високий рівень стійкості сортів пшениці озимої до несприятливих чинників довкілля є одним із основних завдань селекційних установ України і всього світу. Тривалість яровизаційної потреби і фотоперіодична чутливість є важливими показниками, що тісно пов'язані з адаптивністю сортів до умов навколишнього середовища. Метою роботи було вивчити особливості яровизаційної потреби у нових сортів пшениці м'якої озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла. Для визначення тривалості яровизації у зразків пшениці м'якої озимої проводили весняний висів прояровизованого пророслого насіння за температури 1–2 °С протягом різних термінів (20–30–40–50 діб). Це насіння висівали у ґрунт на глибину 5 см (на 1 м погонний 100 шт.). У варіантах дослідження визначали польову схожість і підраховували кількість продуктивних стебел на рослині. Термін яровизації вважали достатнім для потреби сорту, коли більша частина рослин виколошувалася. Результати досліджень свідчать, що більшість досліджуваних сортів і ліній мали тривалий яровизаційний період (більше ніж 40 діб), вісім – потребували яровизації від 20 до 40 діб. Коротку яровизаційну потребу відзначено у сортів: МІП Дарунок, МІП Відзнака та ліній Лютесценс 60293, Лютесценс 60667, Лютесценс 60734, Лютесценс 60400, Еритроспермум 60793, а тривалу – для сортів МІП Аеліта, МІП Довіра, МІП Ніка, Естафета миронівська, МІП Роксолана, МІП Феєрія, МІП Стефанія, МІП Паляниця миронівська і ліній Лютесценс 60302, Лютесценс 60702, Лютесценс 60049, Еритроспермум 60724, Еритроспермум 60667. Представлені результати допоможуть повніше реалізувати потенціал продуктивності досліджуваних сортів пшениці озимої.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, зимостійкість, яровизаційна потреба, сорти, польова схожість, кількість продуктивних стебел.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Сіроштан А. А., Кавунець В. П., Заїма О. А., Гуменюк О. В., Дергачов О. Л., 2025

The vernalization requirement of bread varieties of winter wheat

The V. M. Remeslo Myronivka
Institute of Wheat of NAAS of Ukraine
*Tsentralne village, Obukhiv district,
Kyiv region, 08853*

About authors:

Andrii SIROSHTAN
ORCID: 0000-0003-3246-2907

Valerii KAVUNETS
ORCID: 0000-0002-6744-4947

Oleksii ZAIMA
ORCID: 0000-0001-5714-6308

Oleksandr HUMENIUK
ORCID: 0000-0002-1147-088X

Oleksandr DERHACHOV
ORCID: 0000-0001-8615-7110

For corresponding:

Oleksii ZAIMA
e-mail: oleksii.zaima@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

May 12, 2025

Accepted:

June 2, 2025

A high level of resistance of winter wheat varieties to unfavorable environmental factors is one of the main tasks of breeding institutions in Ukraine and around the world. The duration of vernalization need and photoperiodic sensitivity are important indicators that are closely related to the adaptability of varieties to environmental conditions. The aim of the study was to investigate the peculiarities of vernalization need of new bread winter wheat varieties of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. To determine the duration of vernalization in bread winter wheat samples, spring sowing of vernalized germinated seeds was carried out at a temperature of 1–2 °C for different periods (20–30–40–50 days). These seeds were sown in the soil to a depth of 5 cm (100 seeds per 1 m). In the experimental variants, field germination was determined and the number of productive stems per plant was counted. The vernalization period was considered sufficient for the needs of the variety, when most of the plants were pricked out. The results of the research on the duration of vernalization showed that most of the studied varieties and lines had a long vernalization period of more than 40 days, eight of them needed vernalization from 20 to 40 days. The short vernalization requirement was noted in varieties: MIP Darunok, MIP Vidznaka and lines Luteszens 60293, Luteszens 60667, Luteszens 60734, Luteszens 60400, Erythrosperrum 60793, and a long – for varieties MIP Aelita, MIP Dovira, MIP Nika, Estafeta myronivska, MIP Roksolana, MIP Feieriia, MIP Stephaniia, MIP Palianytsia myronivska and lines Luteszens 60302, Luteszens 60702, Luteszens 60049, Erythrosperrum 60724, Erythrosperrum 60667. The presented results will help to fully realize the productivity potential of the studied winter wheat varieties.

Keywords: bread variety of winter wheat, winter resistance, vernalization demand, varieties, field germination, number of productive stems.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Пшениця – це основна продовольча культура переважної більшості країн світу [32]. Для одержання високих та стабільних врожаїв пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) важливе значення має вирощування високоморозо- і зимостійких сортів. Високий рівень їх стійкості до несприятливих чинників довкілля є одним із основних завдань селекційних програм установ України і всього світу [23]. Тривалість яровизаційної потреби і фотоперіодична чутливість є важливими показниками, що тісно пов'язані з адаптивністю сортів до умов навколишнього середовища [2]. Вони дають можливість підібрати оптимальний строк сівби для уникнення переростання

рослин в осінній період, що негативно впливає на врожайність [6].

Яровизаційна потреба – це кількість днів з низькими позитивними температурами, потрібна рослинам для переходу до генеративного стану [26]. Цей механізм гарантує, що рослини, посіяні під зиму, розвивають репродуктивні органи в більш сприятливих умовах навесні [16]. Період яровизації впливає на терміни настання фази колосіння, масу зерна з колоса, а відтак і на врожайність [12]. Тривала яровизаційна потреба є однією з умов для забезпечення високої морозостійкості [5]. Яровизація координує розвиток рослини з навколишнім середовищем [22]. Вона максимально подовжує вегетаційний період культури,

дозволяючи проводити осінню сівбу без ризику переходу рослин до репродуктивного розвитку і пошкодження їх у зимових умовах [29, 30].

Через глобальне потепління та велике насичення сівозмін нетрадиційними попередниками, які затримують підготовку ґрунту на невизначений час, відбувається зміщення строків сівби до більш пізніх календарних термінів [7]. Крім змін, спричинених підвищенням температури, деякі фази розвитку пшениці озимої чутливі до умов зволоження [16]. Наприклад, неможливість запилення через опади в період цвітіння [21, 24] та проростання зерна внаслідок надмірних опадів під час збирання врожаю [15] є відомими факторами ризику для виробництва пшениці озимої.

Для певних сортів зернових культур оптимальна температура яровизації становить від 8 до 14 °С, але яровизація у більш сучасних сортів пшениці спостерігається і за більш високих температур [17, 20, 26]. Генотипи пшениці мають різну тривалість життєвого циклу, що визначається реакцією рослин на температуру і фотоперіод [25].

Сорти пшениці озимої мають широке різноманіття за тривалістю періоду яровизації, що впливає на рівень адаптації рослин до умов зимівлі. Відмінності між ними коливаються від 15 до 60 і більше діб [13, 27, 28]. Тривалість яровизації уповільнює розвиток на початкових етапах і відкладає на пізніше формування диференційованої точки росту і зачатків репродуктивних органів [18].

В. М. Flohr та ін. вказують, що всі середовища мають найбільш сприятливий для росту пшениці сезонний період, який визначається температурами, доступністю води та освітленістю [16]. Врожайність максимізується, коли ці екологічні оптимуми та критичні періоди росту сільськогосподарських культур вирівняти [11].

Л. Х. Макаров та ін. [4], досліджуючи сорти пшениці озимої з різним періодом яровизації, встановили, що найвищий

рівень урожайності вони формують за оптимальних строків сівби (15–25 вересня). Проте окремі сорти з коротким періодом яровизації здатні забезпечувати високу і стабільну врожайність за пізніх строків сівби.

А. Ф. Стельмах, В. І. Файт [9] вказують, що сорти і лінії пшениці селекції СГП за зменшення рівня фоточутливості мають чітку тенденцію до скорочення тривалості яровизаційної потреби порівняно з давніми високоадаптованими сортами. Одним із шляхів подолання зниження їх адаптивності є перенесення строків сівби на пізніші терміни, з урахуванням скорочення тривалості яровизаційної потреби. М. А. Литвиненко, С. П. Лифенко [3] також вказують, що старі сорти мають тривалий період яровизації та сильну фотоперіодичну чутливість, а нові – мають дещо скорочені фази онтогенезу і відповідно чутливіші до ранніх строків сівби. Тому для них початок проведення сівби потрібно зміщувати на 5–8 діб у бік пізніших порівняно із давнішими сортами. Сучасні сорти миронівської селекції переважно також мають нижчу яровизаційну потребу, ніж у сортів, створених у минулому столітті [8].

Невисока морозостійкість пшениці озимої не завжди пов'язана з короткою тривалістю яровизаційної потреби. Зв'язок між цими ознаками непрямої, тому існує можливість створення морозостійких сортів пшениці м'якої з нетривалим періодом яровизації. Подовження переходу до репродуктивного розвитку визначає як сам рівень стійкості рослин до негативних температур [19], так і тривалість періоду до початку зниження цієї стійкості [14].

Створення сортів з різною яровизаційною потребою і термінами дозрівання забезпечить підвищення адаптивного потенціалу культури в цілому [10]. Відсутність даних про особливості тривалості періоду яровизації у багатьох нових сортів, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, спонукало нас до проведення відповідних досліджень.

Метою роботи було вивчити особливості яровизаційної потреби у нових сортів пшениці м'якої озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла.

Матеріали і методи. Період яровизаційної потреби сортів пшениці м'якої озимої вивчали в 2022–2024 рр. Тривалість яровизації визначали за методикою, розробленою у відділі біотехнології, генетики і фізіології МПП [1]. У зразків пшениці м'якої озимої проводили весняний висів прояровизованого пророслого насіння за температури 1–2 °С протягом різних термінів (20–30–40–50 діб). Це насіння висівали у ґрунт на глибину 5 см (на 1 м погонний 100 шт.).

У варіантах досліду вивчали польову схожість і підраховували кількість

продуктивних стебел на рослині. Для визначення можливої додаткової яровизації в польових умовах висівали наклонуте, але не прояровизоване насіння кожного сорту. Термін яровизації вважали достатнім для потреби сорту, якщо у варіанті більша частина рослин виколошувалася.

Результати та обговорення. Встановлено, що зі збільшенням тривалості перебування накільченого насіння за температури 1–2 °С до 50 діб спостерігається істотне зниження його польової схожості при висіві у відкритий ґрунт. Так, у контрольному варіанті без яровизації схожість становила 71–93 %, тоді як після 10-добової яровизації – 41–87 %, а при 40-добовому періоді – лише 13–47 % (табл. 1).

1. Польова схожість у рослин сортів і ліній пшениці м'якої озимої залежно від тривалості періоду яровизації насіння (середнє за 2022–2024 рр.)

Сорт	Польова схожість, %				
	Конт- роль	Яровизація насіння, діб			
		20	30	40	50
МПП Аеліта	88	66	48	43	44
МПП Дарунок	81	58	43	42	34
МПП Довіра	88	41	30	25	30
МПП Ніка	82	39	35	25	18
Естафета миронівська	76	84	59	43	17
МПП Роксолана	78	53	46	27	15
МПП Феєрія	76	69	46	33	20
МПП Відзнака	71	75	30	14	18
МПП Стефанія	84	35	30	26	17
МПП Паляниця миронівська	76	44	40	41	15
Лютесценс 60302	73	43	38	16	21
Лютесценс 60702	74	59	23	13	17
Лютесценс 60293	90	71	27	31	23
Лютесценс 60049	82	28	21	20	14
Лютесценс 60667	76	31	21	24	22
Лютесценс 60734	93	58	37	21	15
Лютесценс 60400	84	68	23	25	28
Еритроспермум 60724	77	60	48	47	20
Еритроспермум 60793	73	53	47	26	21
Еритроспермум 60667	76	46	35	23	18
\bar{x}	80	54	36	28	21
S	6	15	11	10	7
V, %	7,8	28,6	29,5	36,0	35,1

Примітка: контроль – насіння без яровизації.

У зв'язку з цим за пізніх строків сівби доцільно враховувати чутливість насіння до тривалого перебування у ґрунті в наکیلченому стані й добирати такі сорти, які меншою мірою втрачають схожість за аналогічних умов. До сортів, які демонстрували відносно високу стійкість до зниження польової схожості після 40 діб яровизації (41–47 %), належать МП Аеліта, МП Дарунок, Естафета миронівська, МП Паляниця миронівська та лінія Еритроспермум 60724.

Аналіз експериментальних даних, отриманих протягом трьох років дослідження, свідчить, що більшість

вивчених сортів і ліній пшениці озимої характеризувалися тривалою яровизаційною потребою – понад 40 діб. Так, на погонному метрі число продуктивних стебел становило 2–54 шт., а на одній рослині формувалося 0,15–1,92 колоса (табл. 2). Водночас у восьми зразків тривалість яровизації становила від 20 до 40 діб, що вказує на значну генетичну варіабельність за цим показником серед досліджуваного матеріалу. Ця особливість має важливе практичне значення для селекційного процесу та регіоналізації сортів відповідно до агрокліматичних умов.

2. Кількість продуктивних стебел у рослин сортів і ліній пшениці м'якої озимої залежно від тривалості періоду яровизації насіння (середнє за 2022–2024 рр.)

Сорт	Продуктивних стебел, шт./1 м пог.					Продуктивних стебел у рослини, шт.				
	Конт- роль	Яровизація насіння, діб				Конт- роль	Яровизація насіння, діб			
		20	30	40	50		20	30	40	50
МП Аеліта	0	0	16	44	53	0	0	0,33	1,02	1,20
МП Дарунок	0	0	18	18	12	0	0	0,41	0,42	0,35
МП Довіра	0	4	27	40	51	0	0,09	0,90	1,60	1,70
МП Ніка	0	0	0	13	32	0	0	0	0,52	1,75
Естафета миронівська	0	0	32	54	31	0	0	0,54	1,25	1,82
МП Роксолана	0	0	19	31	23	0	0	0,41	1,15	1,53
МП Феєрія	0	0	38	57	26	0	0	0,82	1,72	1,31
МП Відзнака	0	0	14	7	12	0	0	0,46	0,48	0,66
МП Стефанія	0	0	2	36	29	0	0	0,06	1,38	1,71
МП Паляниця миронівська	0	0	2	15	27	0	0	0,06	0,36	1,80
Лютесценс 60302	0	0	9	15	34	0	0	0,24	0,93	1,61
Лютесценс 60702	0	0	0	2	24	0	0	0	0,15	1,41
Лютесценс 60293	0	0	21	35	8	0	0	0,77	1,12	0,35
Лютесценс 60049	0	4	17	35	22	0	0,14	0,82	1,75	1,57
Лютесценс 60667	0	0	9	13	15	0	0	0,42	0,55	0,70
Лютесценс 60734	0	0	22	15	17	0	0	0,59	0,71	1,13
Лютесценс 60400	0	0	13	48	34	0	0	0,56	1,92	1,21
Еритроспермум 60724	0	0	6	63	32	0	0	0,13	1,34	1,60
Еритроспермум 60793	0	3	30	36	26	0	0,05	0,63	1,38	1,23
Еритроспермум 60667	0	0	12	22	25	0	0	0,34	0,95	1,38
\bar{x}	0	1	15	30	27	0	0,09	0,42	1,04	1,30
S	0	1,3	10,8	17,6	11,5	0	0,04	0,30	0,53	0,46
V, %	–	247,9	70,7	59,1	43,2	–	265,6	74,0	51,7	35,3

Примітка: контроль – насіння без яровизації.

Коротку яровизаційну потребу встановлено у сортів пшениці озимої МПП Дарунок, МПП Відзнака, а також у ліній Лютесценс 60293, Лютесценс 60667, Лютесценс 60734, Лютесценс 60400 та Еритроспермум 60793.

Натомість сорти МПП Аеліта, МПП Довіра, МПП Ніка, Естафета миронівська, МПП Роксолана, МПП Феєрія, МПП Стефанія, МПП Паляниця миронівська та лінії Лютесценс 60302, Лютесценс 60702, Лютесценс 60049, Еритроспермум 60724, Еритроспермум 60667 характеризувалися тривалим періодом яровизації.

Отримані результати свідчать про значну генетичну диференціацію досліджуваних зразків за тривалістю яровизаційної потреби, що є важливим критерієм у селекційній роботі. Наявність сортів із коротким періодом яровизації є перспективною для використання в умовах пізніх строків сівби або в регіонах із нестабільними зимовими температурами. У свою чергу, зразки з тривалою яровизаційною потребою доцільно використовувати в умовах стабільного осіннього загартування, що сприяє повнішій реалізації їх продукційного потенціалу.

Висновки. Встановлено, що зі збільшенням тривалості перебування накілченого насіння за температури 1–2 °С до 50 діб спостерігається істотне зниження

його польової схожості при висіві у відкритий ґрунт. До сортів, які демонстрували відносно високу стійкість до зниження польової схожості після 40 діб яровизації (41–47 %), належать МПП Аеліта, МПП Дарунок, Естафета миронівська, МПП Паляниця миронівська та лінія Еритроспермум 60724. Більшість досліджуваних сортів і ліній мали тривалий яровизаційний період (більше ніж 40 діб), вісім – потребували яровизації від 20 до 40 діб. Коротку яровизаційну потребу відзначено у сортів: МПП Дарунок, МПП Відзнака та ліній Лютесценс 60293, Лютесценс 60667, Лютесценс 60734, Лютесценс 60400, Еритроспермум 60793, а тривалу – для сортів МПП Аеліта, МПП Довіра, МПП Ніка, Естафета миронівська, МПП Роксолана, МПП Феєрія, МПП Стефанія, МПП Паляниця миронівська і ліній Лютесценс 60302, Лютесценс 60702, Лютесценс 60049, Еритроспермум 60724, Еритроспермум 60667.

Для забезпечення об'єктивнішої оцінки сортів пшениці озимої доцільно поряд із показником морозостійкості враховувати також їхню яровизаційну потребу. За пізніх строків сівби слід обирати сорти з коротким періодом яровизації. Представлені результати допоможуть повніше реалізувати потенціал продуктивності досліджуваних сортів пшениці озимої.

Список використаної літератури

1. Визначення тривалості періоду яровизації та фотоперіодичної чутливості зразків пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) : метод. рек. / О. А. Демидов та ін. ; за ред. О. А. Демидова. Миронівка, 2019. 11 с.
2. Визначення яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості новостворених сортів пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України / Т. В. Юрченко та ін. *Екологічні науки*. 2023. № 2 (47). С. 125–129. DOI: 10.32846/2306-9716/2023.eco.2-47.20.
3. Литвиненко М. А., Лифенко С. Ф. Як зимується посівам. *Насінництво*. 2014. № 2. С. 1–15.
4. Макаров Л. Х., Снітіна С. М., Скорий М. В. Продуктивність різних сортів озимої пшениці залежно від строків сівби. *Зрошуване землеробство*. 2006. Вип. 46. С. 46–48.

References

1. Determination of the duration of the vernalization period and photoperiodic sensitivity of bread variety of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) samples : method. rec. / O. A. Demydov et al. ; ed. by O. A. Demydov. Myronivka, 2019. 11 p.
2. Determination of vernalization requirement and photoperiod sensitivity of the newly created varieties of winter wheat in Right-Bank Ukrainian Forest-Steppe / T. V. Yurchenko et al. *Ekolohichni nauky*. 2023. No. 2 (47). P. 125–129. DOI: 10.32846/2306-9716/2023.eco.2-47.20.
3. Lytvynenko M. A., Lyfenko S. F. How crops winter. *Nasinnystvo*. 2014. No. 2. P. 1–15.
4. Makarov L. Kh., Snitina S. M., Skoryi M. V. Productivity of different varieties of winter wheat depending on sowing time. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2006. Issue 46. P. 46–48.

5. Пірич А. В., Булавка Н. В., Юрченко Т. В. Фотоперіодична чутливість та яровизаційна потреба сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) миронівської селекції. *Зернові культури*. 2018. Т. 2, № 2. С. 261–266.
6. Пірич А. В., Юрченко Т. В., Гуменюк О. В. Яровизаційна потреба, фотоперіодична чутливість та врожайність сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 9. С. 59–62.
7. Сівозміни у землеробстві України / УААН, Ін-т землеробства, Проект «Розвиток агробізнесу в Україні»; ред. В. Ф. Сайко, П. І. Бойко. Київ: Аграрна наука, 2002. 146 с.
8. Сіроштан А. А., Кавунець В. П., Булавка Н. В. Яровизаційна потреба сортів пшениці м'якої озимої. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 148–159.
9. Стельмах А. Ф., Файт В. І. Генетико-фізіологічні реакції затримки початкового розвитку у сучасних озимих пшениць та ячменів. *Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології: наук. пр. / Укр. т-во генетиків та селекціонерів ім. М. І. Вавилова*; ред. В. А. Кунах та ін. Київ: Логос, 2007. Т. 2. С. 46–48.
10. Характер впливу гідротермічного режиму на продукційний процес пшениці озимої та шляхи підвищення адаптивного потенціалу / В. А. Власенко та ін. *Селекція і насінництво*. 2006. Вип. 93. С. 199–205.
11. Exploiting genotype × management interactions to increase rainfed crop production: a case study from south-eastern Australia / J. R. Hunt et al. *Journal of Experimental Botany*. 2021. Vol. 72. P. 5189–5207. DOI: 10.1093/jxb/erab250.
12. Gorafi Y. S. A., Eltayeb A. E., Tsujimoto H. Alteration of wheat vernalization requirement by alien chromosome-mediated transposition of MITE. *Breeding Science*. 2016. Vol. 66, no. 2. P. 181–190.
13. Košner J., Pánková K. Vernalisation Response of Some Winter Wheat Cultivars. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2002. Vol. 38. P. 97–103.
14. Mahfoozi S., Limin A. E., Fowler D. B. Influence of vernalization and photoperiod responses on cold hardiness in winter cereals. *Crop Science*. 2001. Vol. 41, issue 4. P. 1006–1011.
15. Mares D. J., Mrva K. Wheat grain preharvest sprouting and late maturity alpha-amylase. *Planta*. 2014. 240 (6). P. 1167–1178.
16. Murakami K., Iizumi T., Shimoda S. An improved crop calendar model for winter wheat incorporating vernalization and winter survival to project changes in phenology. *Environ. Res.: Food Syst.* 2024. Vol. 1. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1088/2976-601X/ad4609>.
17. Natural variation in autumn expression is the major adaptive determinant distinguishing Arabidopsis FLC haplotypes / J. Hepworth et al. *eLife*. 2020. Vol. 9. P. 1–30. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.57671>.
18. Prásil I. T., Prásilová P., Pánková K. Relationships among vernalization shoot apex development and frost tolerance in wheat. *Annals of Botany*. 2004. Vol. 94, no. 3. P. 413–418.
5. Pirysh A. V., Bulavka N. V., Yurchenko T. V. Photoperiodic sensitivity and vernalization requirement of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) of myronivka selection. *Zernovi kultury*. 2018. Vol. 2, no. 2. P. 261–266.
6. Pirysh A. V., Yurchenko T. V., Humeniuk O. V. Vernalization requirement, photoperiod sensitivity, and yield of winter bread wheat varieties of Myronivka selection. *Myronivskyi visnyk*. 2019. Issue 9. P. 59–62.
7. Crop rotation in agriculture of Ukraine / UAAN, In-t zemlerobstva, Proekt «Rozvytok ahrobiznesu v Ukraini»; red. V. F. Saiko, P. I. Boiko. Kyiv: Ahrarna nauka, 2002. 146 p.
8. Siroshstan A. A., Kavunets V. P., Bulavka N. V. Vernalization requirements of bread varieties of winter wheat. *Myronivskyi visnyk*. 2016. Issue 3. P. 148–159.
9. Stelmakh A. F., Fait V. I. Genetic and physiological reactions of delayed initial development in modern winter wheat and barley. *Dosiahnennia i problemy henetyky, selektsii ta biotekhnolohii: nauk. pr. / Ukr. t-vo henetykiv ta selektsioneriv im. M. I. Vavylava*; red. V. A. Kunakh et al. Kyiv: Lohos, 2007. Vol. 2. P. 46–48.
10. Nature of the influence of hydrothermal regime on the production process of winter wheat and ways to increase the adaptive potential / V. A. Vlasenko et al. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2006. Issue 93. P. 199–205.
11. Exploiting genotype × management interactions to increase rainfed crop production: a case study from south-eastern Australia / J. R. Hunt et al. *Journal of Experimental Botany*. 2021. Vol. 72. P. 5189–5207. DOI: 10.1093/jxb/erab250.
12. Gorafi Y. S. A., Eltayeb A. E., Tsujimoto H. Alteration of wheat vernalization requirement by alien chromosome-mediated transposition of MITE. *Breeding Science*. 2016. Vol. 66, no. 2. P. 181–190.
13. Košner J., Pánková K. Vernalisation Response of Some Winter Wheat Cultivars. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2002. Vol. 38. P. 97–103.
14. Mahfoozi S., Limin A. E., Fowler D. B. Influence of vernalization and photoperiod responses on cold hardiness in winter cereals. *Crop Science*. 2001. Vol. 41, issue 4. P. 1006–1011.
15. Mares D. J., Mrva K. Wheat grain preharvest sprouting and late maturity alpha-amylase. *Planta*. 2014. 240 (6). P. 1167–1178.
16. Murakami K., Iizumi T., Shimoda S. An improved crop calendar model for winter wheat incorporating vernalization and winter survival to project changes in phenology. *Environ. Res.: Food Syst.* 2024. Vol. 1. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1088/2976-601X/ad4609>.
17. Natural variation in autumn expression is the major adaptive determinant distinguishing Arabidopsis FLC haplotypes / J. Hepworth et al. *eLife*. 2020. Vol. 9. P. 1–30. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.57671>.
18. Prásil I. T., Prásilová P., Pánková K. Relationships among vernalization shoot apex development and frost tolerance in wheat. *Annals of Botany*. 2004. Vol. 94, no. 3. P. 413–418.

development and frost tolerance in wheat. *Annals of Botany*. 2004. Vol. 94, no. 3. P. 413–418.

19. Prášil I. T., Prášilová P., Pánková K. The relationship between vernalization requirement and frost tolerance in substitution lines of wheat. *Biologia Plantarum*. 2005. Vol. 49 (2). P. 195–200.

20. Seasonal shift in timing of vernalization as an adaptation to extreme winter / S. Duncan et al. *eLife*. 2015. 4. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.06620>.

21. Shimoda S., Terasawa Y., Nishio Z. Improving wheat productivity reveals an emerging yield gap associated with short-term change in atmospheric humidity. *Agric. For. Meteorol.* 2022. Vol. 312. Article id. 108710. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108710.

22. Speed vernalization to accelerate generation advance in winter cereal crops / J.-K. Cha et al. *Mol. Plant*. 2022. 15. P. 1300–1309.

23. Stability and plasticity of collection samples of durum spring wheat in the forest-steppe conditions of Ukraine / O. Demydov et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, no. 2. P. 83–88.

24. The extreme 2016 wheat yield failure in France / R. S. Nóia Júnior et al. *Glob. Change Biol.* 2023. Vol. 29, no. 11. P. 3130–3146.

25. Vernalisation and photoperiod responses of diverse wheat genotypes / M. T. Bloomfield et al. *Crop & Pasture Science*. 2023. 74 (5). P. 405–422. DOI: 10.1071/CP22213.

26. Vernalisation controls developmental responses of winter wheat under high ambient temperatures / L. E. Dixon et al. *Development*. 2019. Vol. 146, issue 3. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1242/dev.172684>.

27. Vernalization requirement duration in winter wheat is controlled by *TaVRN-A1* at the protein level / G. Li et al. *Plant J.* 2013. Vol. 76. P. 742–753. DOI: 10.1111/tpj.12326.

28. Vernalization studies with Pacific Northwest wheat / D. M. Baloch et al. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 1201–1208.

29. Vernalization: winter and the timing of flowering in plants / D. H. Kim et al. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 2009. Vol. 25. P. 277–299. DOI: 10.1146/annurev.cellbio.042308.113411.

30. Water and temperature stress define the optimal flowering period for wheat in south-eastern Australia / B. M. Flohr et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 209. P. 108–119. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.04.012.

31. Xu S., Chong K. Remembering winter through vernalisation. *Nat. Plants*. 2018. No. 4. P. 997–1009. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41477-018-0301-z>.

32. Yield and sowing qualities of winter bread wheat seeds depending on the preceding crops and sowing dates in the Forest-Steppe of Ukraine / A. Siroshstan et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, issue 2. P. 76–82.

19. Prášil I. T., Prášilová P., Pánková K. The relationship between vernalization requirement and frost tolerance in substitution lines of wheat. *Biologia Plantarum*. 2005. Vol. 49 (2). P. 195–200.

20. Seasonal shift in timing of vernalization as an adaptation to extreme winter / S. Duncan et al. *eLife*. 2015. 4. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.06620>.

21. Shimoda S., Terasawa Y., Nishio Z. Improving wheat productivity reveals an emerging yield gap associated with short-term change in atmospheric humidity. *Agric. For. Meteorol.* 2022. Vol. 312. Article id. 108710. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108710.

22. Speed vernalization to accelerate generation advance in winter cereal crops / J.-K. Cha et al. *Mol. Plant*. 2022. 15. P. 1300–1309.

23. Stability and plasticity of collection samples of durum spring wheat in the forest-steppe conditions of Ukraine / O. Demydov et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, no. 2. P. 83–88.

24. The extreme 2016 wheat yield failure in France / R. S. Nóia Júnior et al. *Glob. Change Biol.* 2023. Vol. 29, no. 11. P. 3130–3146.

25. Vernalisation and photoperiod responses of diverse wheat genotypes / M. T. Bloomfield et al. *Crop & Pasture Science*. 2023. 74 (5). P. 405–422. DOI: 10.1071/CP22213.

26. Vernalisation controls developmental responses of winter wheat under high ambient temperatures / L. E. Dixon et al. *Development*. 2019. Vol. 146, issue 3. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1242/dev.172684>.

27. Vernalization requirement duration in winter wheat is controlled by *TaVRN-A1* at the protein level / G. Li et al. *Plant J.* 2013. Vol. 76. P. 742–753. DOI: 10.1111/tpj.12326.

28. Vernalization studies with Pacific Northwest wheat / D. M. Baloch et al. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 1201–1208.

29. Vernalization: winter and the timing of flowering in plants / D. H. Kim et al. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 2009. Vol. 25. P. 277–299. DOI: 10.1146/annurev.cellbio.042308.113411.

30. Water and temperature stress define the optimal flowering period for wheat in south-eastern Australia / B. M. Flohr et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 209. P. 108–119. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.04.012.

31. Xu S., Chong K. Remembering winter through vernalisation. *Nat. Plants*. 2018. No. 4. P. 997–1009. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41477-018-0301-z>.

32. Yield and sowing qualities of winter bread wheat seeds depending on the preceding crops and sowing dates in the Forest-Steppe of Ukraine / A. Siroshstan et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, issue 2. P. 76–82.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-10

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.521

**ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ВМІСТ ВОЛОКНА
У РОСЛИНАХ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЮ****Л. Ю. Ткаченко¹, Н. М. Рудавська¹, О. Ф. Тимчишин¹, Л. Л. Беген¹, А. М. Шувар²**

¹Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине
Львівський р-н, Львівська обл., 81115
²Західноукраїнський національний
університет
вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009

Про авторів:

Любов ТКАЧЕНКО,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0009-0000-3780-0368

Наталія РУДАВСЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-4443-5319

Оксана ТИМЧИШИН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-2147-8818

Любов БЕГЕН,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-1271-1841

Антін ШУВАР,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-6016-0896

Для листування:

Любов ТКАЧЕНКО
e-mail: lyubov.tkachenko.83@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:
4 березня 2025 р.
Погоджено до друку:
10 квітня 2025 р.

Висвітлено вплив елементів технології вирощування льону-довгунцю на врожайність та вміст волокна в соломі. Дослідження проводили на полях відділу технологій у рослинництві Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Встановлено ефективність внесення добрив та реакцію сортів на них. Застосування мінерального удобрення позитивно впливало на виживаність та збереженість рослин льону-довгунцю на період дозрівання. Густота стояння на контролі (без внесення добрив) була найменшою – 1329 шт./м² (Оберіг), 1531 шт./м² (Усівський) та 1349 шт./м² (Іванівський). Із застосуванням N₂₀P₄₀K₆₀, N₃₀P₆₀K₉₀, N₄₅P₉₀K₁₃₅ цей показник був вищим і становив від 1358 до 1707 шт./м² залежно від сорту. У середньому за 2021–2023 р. продуктивність волокна льону-довгунцю в основному залежала від досліджуваних факторів. Найвищу врожайність отримали на фоні живлення N₃₀P₆₀K₉₀ у сорту Оберіг – 1,24 т/га, вміст волокна – 28,3 %. Дещо нижчі результати на цьому ж фоні було сформовано у сорту Міандр – 1,04 т/га і 25,1 %, Усівський – 0,97 т/га і 25,1 %, Іванівський – 1,02 т/га і 24,1 % відповідно. Проведені дослідження щодо удосконалення елементів технології вирощування льону-довгунцю в умовах Лісостепу Західного за зміни клімату сприяють реалізації генетичного потенціалу сортів.

Ключові слова: льон-довгунець, продуктивність, вміст волокна, технологія, удобрення.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф., Беген Л. Л., Шувар А. М., 2025

Influence of elements of cultivation technology elements on the yield and fiber content of *Linum usitatissimum* plants

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

²Western Ukrainian National University

Lvivska street, 11, Ternopil city, 6009

About authors:

Liubov TKACHENKO

ORCID: 0009-0000-3780-0368

Nataliia RUDAVSKA

ORCID: 0000-0002-4443-5319

Oksana TYMCHYSHYN

ORCID: 0000-0002-2147-8818

Liubov BEHEN

ORCID: 0000-0002-1271-1841

Antin SHUVAR

ORCID: 0000-0002-6016-0896

For corresponding:

Liubov TKACHENKO

e-mail:

lyubov.tkachenko.83@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

March 4, 2025

Accepted:

April 10, 2025

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

The influence of elements of the technology of growing *Linum usitatissimum* on the yield and fiber content in straw is highlighted. The research was conducted in the fields of the Department of Plant Production Technologies of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS. In the process of research, the efficiency of fertilizer application and the reaction of varieties to them were determined. The application of mineral fertilizer had a positive effect on the survival and preservation of *Linum usitatissimum* plants during the ripening period. The density of *Linum usitatissimum* plants in the control (without fertilizer application) was the lowest – 1329 pcs./m² (Oberih), 1531 pcs./m² (Usivskiy) and 1349 pcs./m² (Ivanivskiy). With the use of N₂₀P₄₀K₆₀, N₃₀P₆₀K₉₀, N₄₅P₉₀K₁₃₅, this indicator was higher and ranged from 1358 to 1707 pcs./m², depending on the variety. On average, for the years 2021–2023, the indicators of the productivity of long flax fiber mainly depended on the studied factors. The highest fiber yield was obtained on the background of nutrition N₃₀P₆₀K₉₀ in the Oberih variety – 1.24 t/ha, fiber content was 28.3 %. Somewhat lower results on the same background were in the Miandr variety – 1.04 t/ha and 25.1 %; Usivskiy – 0.97 t/ha and 25.1 %; Ivanivskiy – 1.02 t/ha and 24.1 % respectively. Research conducted on improving elements of the technology for growing *Linum usitatissimum* in the conditions of the Western Forest-Steppe under climate change contributes to the realization of the genetic potential of varieties.

Keywords: *Linum usitatissimum*, productivity, fiber content, technology, fertilization.

Вступ. Льон-довгунець – цінна прядивна культура в Україні та світі. У Західному Лісостепу України та Поліссі вона була досить поширеною, оскільки її стебла містять 25–31 % волокна з високою гнучкістю, міцністю та тонкістю [7, 9]. У 1990-х рр. працювало більше ніж 40 комбінатів, які виробляли приблизно 130 тис. т волокна за рік. На той час льонарство давало до 60 % прибутку від виробництва волокна, а рентабельність становила до 200 %. Було створено потужну базу з переробки сировини.

Отриману продукцію використовували для виготовлення одягу, взуття, технічних матеріалів, вати, мотузок. Широко застосовували й у будівельній промисловості, а саме на теплоізоляційні та інші технічні матеріали. Проте на сьогоднішній час вона стала нішевою, а основні площі зосереджено в Житомирській, Чернігівській та Сумській областях. Для того, щоб зацікавленість до неї зростала, потрібно приділити увагу вдосконаленню технології вирощування,

що дозволить збільшити вихід продукції з одиниці площі.

Щодо умов вирощування, то ця рослина є досить вимоглива до вологості і найбільше потребує її в період росту та розвитку стебла. Також важливим є внесення мінеральних добрив, які забезпечують стійкість до погодних умов та сприяють збереженості рослин. Льон-довгунець має недостатню активність кореневої системи, тому проявляє високу реакцію на удобрення [4, 19, 20]. Використання мінеральних добрив під цю культуру визначається зоною вирощування, показниками ґрунту та попередником. Встановлено, що у різних ґрунтово-кліматичних зонах приріст урожаю волокна залежить від дози внесення, строку та співвідношення елементів живлення і може коливатися в межах 0,08–0,38 т/га [10, 17].

Результати досліджень багатьох вчених свідчать, що без застосування мінерального живлення льон-довгунець має низьку продуктивність через фізіологічну особливість кореневої системи. Для формування 1 ц врожаю насіння та соломи він використовує: азоту – 1,30–1,51 кг, фосфору – 0,37–0,57 кг, калію – 0,62–1,37 кг та кальцію – 0,37–0,92 кг [13].

Одним з основних аспектів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур є успішний розвиток селекції, адже саме створення нових сортів, стійких до сучасних умов, приведе до інтенсифікації технології [5].

Вирощування льону-довгунцю досліджували багато відомих вчених [1, 8, 16]. Щодо технологічних аспектів відродження льонарства в Україні, то над ними працюють Т. Ю. Приймачук, Т. А. Штанько, В. Б. Ковальов, В. М. Нелеп, О. М. Головня, О. В. Романюк, О. А. Дейнека та ін. [15, 18]. Вивченням елементів технології вирощування льону-довгунцю займаються А. М. Шувар, В. П. Мирончук, О. М. Дрозд [5, 6, 14], такими показниками, як густина стеблостою та її вплив на якість волокна –

А. С. Лімонт, З. А. Лімонт, А. Ю. Горбовий [2, 11, 12].

У цій статті висвітлено вплив елементів технології вирощування на врожайність та вміст волокна в рослинах льону-довгунцю в умовах Лісостепу Західного.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в 2021–2023 рр. на полях Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті з такими агрохімічними показниками (до закладки досліду) шару 0–20 см: гумус (за Тюрінім) – 1,7–2,1 %, рН (сольової витяжки) – 5,1–5,4, азот легкогідролізний (за Корнфілдом) – 85,4–88,2 мг/кг ґрунту, рухомі форми фосфору (за Кірсановим) – 67,4–99,0 мг/кг ґрунту, калію (за Кірсановим) – 84,4–86,2 мг/кг ґрунту. Рельєф дослідних ділянок в основному рівнинний. Попередником льону-довгунцю була пшениця озима. Схема досліду включає: фактор А (сорт льону-довгунцю) – Міандр (ІСГКР), Оберіг (ІСГКР), Усівський (ІЛК), Іванівський (ННЦ ІЗ) та фактор В (дози мінеральних добрив) – контроль (без добрив), $N_{20}P_{40}K_{60}$, $N_{30}P_{60}K_{90}$, $N_{45}P_{90}K_{135}$.

Площа ділянки: посівна – 36 м², облікова – 25 м². Повторність досліду чотирикратна. З мінеральних добрив використовували: аміачну селітру, гранульований суперфосфат, калійну сіль, або калімагnezію. Норма висіву – 22 млн сх. нас. на 1 га. Строк збирання – початок ранньої жовтої стиглості. Польові та лабораторні дослідження проводили за методикою В. О. Ушкаренко та ін. (2009) [3].

Результати та обговорення. Аналізуючи метеорологічні показники, варто відзначити, що вони мали певні особливості. Весняно-літні вегетаційні умови розвитку льону-довгунцю відрізнялися за кількістю опадів. За цей період випало: в 2021 р. – 442,7 мм, в 2022 р. – 313,2 мм, а в 2023 р. – 480 мм за середньобогаторічних значень 457,0 мм (табл. 1).

1. Метеорологічні дані за роки проведення досліджень (2021–2023 рр.)

Місяці	Опади						Температура повітря, °С					
	мм			% до норми			середньомісячна			різниця щодо норми		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Березень	43,1	17,3	60,8	98	40	138	1,7	2,6	4,9	1,2	2,1	4,4
Квітень	39,9	82,0	84,2	78	160	165	6,0	6,5	7,9	1,4	-0,9	0,5
Травень	55,4	24,3	20,3	65	29	24	13,1	13,9	13,8	0,2	1,0	0,9
Червень	97,3	31,3	106,3	104	32	114	19,3	19,7	17,1	3,0	3,4	0,8
Липень	94,2	85,8	134,0	92	84	131	22,2	19,5	20,0	4,7	2,0	2,8
Серпень	112,8	72,5	74,7	137	88	91	17,7	20,3	21,2	0,8	3,4	4,3

Примітка: «-» – значення нижчі за норму.

У 2022 р. відзначено нестачу вологи у березні, травні та червні. Хоча вона була некритичною, проте вплинула на розвиток рослин та формування врожаю волокна. Температурні значення за роки вивчення були сприятливими для росту та розвитку рослин льону-довгунцю.

Аналіз отриманих даних показав, що у сорту Міандр густота стояння рослин на контролі становила 1563 шт./м². За внесення мінеральних добрив N₂₀P₄₀K₆₀ і N₄₅P₉₀K₁₃₅ вона збільшувалася і дорівнювала 1614 та 1611 шт./м². Найвищі показники відзначено на фоні N₃₀P₆₀K₉₀ – 1656 рослин на 1 м² (табл. 2).

2. Густота стояння рослин льону-довгунцю на період дозрівання залежно від елементів технології вирощування, шт./м²

Сорт	Фон живлення	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє за 2021–2023 рр.
Міандр	Контроль	1680	1440	1570	1563
	N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀	1720	1503	1620	1614
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	1720	1625	1623	1656
	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₃₅	1552	1738	1542	1611
Оберіг	Контроль	1604	880	1503	1329
	N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀	1644	1065	1513	1407
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	1652	1318	1561	1510
	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₃₅	1612	1443	1509	1521
Усівський	Контроль	1728	1243	1623	1531
	N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀	1788	1395	1679	1621
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	1856	1518	1747	1707
	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₃₅	1744	1560	1641	1648
Іванівський	Контроль	1520	1043	1483	1349
	N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀	1556	1045	1474	1358
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	1648	1048	1658	1451
	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₃₅	1476	1053	1573	1367

Застосування мінеральних добрив аналогічно впливало на густоту стояння рослин льону-довгунцю інших сортів, а саме: на контролі (без удобення) вона була найменшою – 1329 шт./м² (Оберіг), 1531 шт./м² (Усівський) та 1349 шт./м²

(Іванівський). Із внесенням N₂₀P₄₀K₆₀, N₃₀P₆₀K₉₀, N₄₅P₉₀K₁₃₅ цей показник був вищим та становив 1358–1707 шт./м² залежно від сорту. Згідно з даними, застосування мінеральних добрив мало

вплив густоту стояння рослин льону-довгунцю на період дозрівання.

За результатами наших досліджень, урожайність волокна льону-довгунцю залежала від таких основних факторів, як удобрення, сорт та погодні умови вегетаційного періоду (табл. 1, 3). Так, у 2021 р. показники були найвищими, оскільки під час інтенсивного росту та розвитку рослин була достатня вологозабезпеченість, а саме 152,7 мм (травень – червень), що сприяло наростанню вегетативної маси. В цей час вона дорівнювала 1,45 т/га (Міандр), 1,69 т/га (Оберіг), 1,58 т/га (Усівський) та

1,36 т/га (Іванівський) – без застосування добрив (контроль). За внесення мінерального удобрення з нормами $N_{20}P_{40}K_{60}$, $N_{30}P_{60}K_{90}$, $N_{45}P_{90}K_{135}$ врожайність волокна підвищувалася в усіх досліджуваних сортів. У сорту Міандр вона сформувалася на рівні 1,53–1,54 т/га, Оберіг – 1,75–1,76 т/га, Усівський – 1,67–1,72 т/га та Іванівський – 1,45–1,47 т/га. Найвищими показниками відзначився сорт Оберіг за внесення $N_{30}P_{60}K_{90}$ – 1,77 т/га, що свідчить про кращу реакцію на застосування живлення за погодних умов, які склалися протягом вегетаційного періоду 2021 р.

3. Врожайність волокна сортів льону-довгунцю, середнє за 2021–2023 рр., т/га

Сорт	Фон живлення	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє	Відхилення до контролю	
						т/га	%
Міандр (контроль)	Контроль	1,45	0,38	0,84	0,89	–	–
	$N_{20}P_{40}K_{60}$	1,54	0,47	0,90	0,97	0,08	9,0
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	1,53	0,50	1,09	1,04	0,15	16,8
	$N_{45}P_{90}K_{135}$	1,53	0,54	1,19	1,09	0,20	22,5
Оберіг	Контроль	1,69	0,32	1,21	1,07	–	–
	$N_{20}P_{40}K_{60}$	1,76	0,35	1,32	1,14	0,07	6,5
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	1,77	0,53	1,42	1,24	0,17	15,9
	$N_{45}P_{90}K_{135}$	1,75	0,59	1,35	1,23	0,16	14,9
Усівський	Контроль	1,58	0,27	0,65	0,83	–	–
	$N_{20}P_{40}K_{60}$	1,67	0,29	0,75	0,90	0,07	8,4
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	1,72	0,34	0,84	0,97	0,14	16,9
	$N_{45}P_{90}K_{135}$	1,69	0,35	1,12	1,05	0,22	26,5
Іванівський	Контроль	1,36	0,34	0,78	0,83	–	–
	$N_{20}P_{40}K_{60}$	1,47	0,44	1,02	0,98	0,15	18,1
	$N_{30}P_{60}K_{90}$	1,45	0,48	1,14	1,02	0,19	22,9
	$N_{45}P_{90}K_{135}$	1,47	0,52	1,06	1,02	0,19	22,9

У 2022 р. показники продуктивності волокна були найнижчими, що, очевидно, пов'язане з недостатньою кількістю опадів протягом вегетаційного періоду. Оскільки льон-довгунець дуже чутливий до вологи, особливо під час швидкого росту, то відповідно висота рослин була низькою, що вплинуло на врожай соломи та вихід волокна з одиниці площі. Мали значення і досліджувані фактори, а саме: сортові

особливості та фон живлення: 0,38–0,54 т/га – сорт Міандр, 0,32–0,59 т/га – Оберіг, 0,27–0,35 т/га – Усівський, 0,34–0,52 т/га – Іванівський. Кращі дані в усіх сортів отримали на фоні $N_{45}P_{90}K_{135}$, проте найвищий показник (0,59 т/га) сформував Оберіг.

Варто зазначити, що у 2023 р. спостерігали аналогічну тенденцію щодо результатів дослідження. На варіантах без

внесення добрив (контроль) у всіх сортів відзначено найнижчі показники – в межах 0,65–1,21 т/га. Застосування удобрення сприяло збільшенню врожаю волокна, який залежно від фону та сорту дорівнював 0,84–1,42 т/га. Продуктивність волокна була вищою, ніж у 2022 р., проте дещо нижча за 2021 р., оскільки була недостатня кількість опадів (травень – червень – 126,6 мм за середньобогаторічної норми 178 мм) у період формування рослин льону-довгунцю.

Отже, за даними досліджень, у середньому за 2021–2023 рр. урожайність волокна льону-довгунцю залежала від сортових особливостей, рівня мінерального удобрення та погодних умов. Слід відзначити, що найвищою вона була за внесення N₃₀P₆₀K₉₀ у сорту Оберіг (1,24 т/га), що дало приріст до контролю (без добрив) 0,17 т/га, дещо нижча – у сорту Міандр – 1,04 т/га, Усівський – 0,97 т/га та Іванівський – 1,02 т/га.

Наші дослідження включали також вивчення вмісту волокна в соломі льону-довгунцю. Аналіз показав, що він залежав не тільки від сорту та рівня удобрення, а й від погодних умов (табл. 4).

У 2021 р. відзначено найвищі показники вмісту волокна в соломі, проте спостерігали залежність і від сорту, і від мінерального живлення. Найнижчі – отримали на варіанті без внесення добрив (контроль), а саме: 25,0 % – Міандр, 28,2 % – Оберіг, 25,0 % – Усівський, 24,2 % – Іванівський. Із застосуванням удобрення вміст волокна в соломі збільшувався та дорівнював: 25,1–25,8 % (Міандр), 28,1–28,9 % (Оберіг), 25,1–25,8 % (Усівський) і 24,1–24,9 % (Іванівський). Оскільки у 2021 р. була достатня кількість опадів у період вегетації льону-довгунцю, то й відповідно врожайність та вміст волокна були найвищими.

4. Вміст волокна в соломі льону-довгунцю (2021–2023 рр.), %

Сорт	Фон живлення	Рік			
		2021	2022	2023	середнє
Міандр (контроль)	Контроль	25,0	24,0	24,8	26,6
	N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀	25,6	24,2	25,0	24,9
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	25,8	24,3	25,3	25,1
	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₃₅	25,1	24,7	25,7	25,2
Оберіг	Контроль	28,2	27,1	27,6	27,6
	N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀	28,7	27,2	27,8	27,9
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	28,9	27,5	28,5	28,3
	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₃₅	28,1	27,7	28,0	27,9
Усівський	Контроль	25,0	24,0	24,7	24,6
	N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀	25,6	24,2	24,9	24,9
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	25,8	24,3	25,1	25,1
	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₃₅	25,1	24,7	25,4	25,1
Іванівський	Контроль	24,2	23,2	23,8	23,8
	N ₂₀ P ₄₀ K ₆₀	24,7	23,3	23,9	23,9
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	24,9	23,3	24,2	24,1
	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₃₅	24,1	23,9	24,5	24,2

2022 р. був найменш продуктивний, що пов'язано з погодними умовами, адже протягом вегетаційного періоду випала

мала кількість опадів (313,2 мм за багаторічної норми 457,0 мм), яка вплинула на формування рослинного апарату льону-

довгунцю. Важливе значення також мало мінеральне удобрення, сортові ознаки і, враховуючи всі ці особливості, було зафіксовано такі дані вмісту волокна: 24,0–24,7 % – у сорту Міандр, 27,1–27,7 % – Оберіг, 24,0–24,7 % – Усівський, 23,2–23,9 % – Іванівський. Вищі показники отримано на фоні $N_{45}P_{90}K_{135}$, що свідчить про реакцію сортів на удобрення, особливо за недостатньої вологозабезпеченості.

У 2023 р. спостерігали аналогічну тенденцію щодо вмісту волокна у соломі льону-довгунцю, тобто із збільшенням норм добрив він підвищувався. Також відзначено залежність від сортових особливостей. Найвищим він був у сорту Оберіг за внесення $N_{30}P_{60}K_{90}$ – 28,5 %.

Слід зазначити, що в середньому за 2021–2023 рр. вміст волокна в соломі льону-довгунцю залежав від досліджуваних факторів, проте значний вплив мали погодні умови. Адже температура повітря та

вологозабезпеченість під час вегетаційного періоду має важливе значення для всіх сільськогосподарських культур, а особливо льону-довгунцю. Найвищі показники відзначено за внесення $N_{30}P_{60}K_{90}$ у сорту Оберіг – 28,3 %, дещо нижчі – в сортів Міандр та Усівський – 25,1 %, Іванівський – 24,1 %.

Висновки. Отже, за даними наших досліджень, врожайність волокна льону-довгунцю залежала від сортових особливостей, рівня мінерального удобрення та погодних умов. Слід відзначити, що найвищою вона була у сорту Оберіг за внесення $N_{30}P_{60}K_{90}$ і становила 1,24 т/га, що дало приріст до контролю (без добрив) 0,17 т/га, вміст волокна – 28,3 %. Дещо нижчі показники на цьому ж фоні відзначено у сорту Міандр – 1,04 т/га, Усівський – 0,97 т/га та Іванівський – 1,02 т/га; вміст волокна – 25,1 % (Міандр, Усівський) та 24,1 % (Іванівський).

Список використаної літератури

1. Гноїлек Л. С. Ефективність доз мінеральних добрив і норм висіву при вирощуванні льону-довгунцю. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2013. Вип. 6. С. 139–142.
2. Горбовий А. Ю., Лімонт А. С. Густота і вирівняність стеблостою льону-довгунця як складові технологічного регламенту механізованого збирання. *Зб. наук. пр. Національного аграрного університету. Механізація сільськогосподарського виробництва*. 2003. Т. 15. С. 428–432.
3. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2009. 372 с.
4. Дідора В. Г., Суханюк Н. О. Удобрення льону-довгунця в системі землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 8. С. 11–13. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/3715> (дата звернення 12.02.2025).
5. Дорота Г. М., Шувар А. М. Новий сорт льону-довгунцю – Оберіг. *Аграрна наука – виробництво* : наук.-інформ. бюл. заверш. наук. розробок. 2019. Вип. 1. С. 15.
6. Дрозд О. М., Лісовий О. Б., Пивовар Т. М. Продуктивність нових сортів льону-довгунця залежно від доз та видів мінеральних добрив. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 4. С. 83–90.

References

1. Hnoilek L. S. The effectiveness of mineral fertilizer doses and sowing rates in the cultivation of *Linum usitatissimum*. *Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia*. 2013. Issue 6. P. 139–142.
2. Horbovyi A. Yu., Limont A. S. The density and evenness of the stem of *Linum usitatissimum* as components of the technological regulations of mechanized harvesting. *Zb. nauk. pr. Natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva*. 2003. Vol. 15. P. 428–432.
3. Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments : a textbook / V. O. Ushkarenko et al. Kherson, 2009. 372 p.
4. Didora V. H., Sukhaniuk N. O. Fertilization of *Linum usitatissimum* in the farming system. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No. 8. P. 11–13. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/3715> (last accessed: 12.02.2025).
5. Dorota H. M., Shuvar A. M. A new variety of *Linum usitatissimum* – Oberih. *Ahrarna nauka – vyrobnytstvu* : nauk.-inform. biul. zaversh. nauk. rozrobok. 2019. Issue 1. P. 15.
6. Drozd O. M., Lisovyi O. B., Pyvovar T. M. Productivity of new varieties of *Linum usitatissimum* depending on doses and types of mineral fertilizers. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovohto tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2017. Issue 4. P. 83–90.

7. Думич В. Вплив систем обробітку ґрунту на ріст, розвиток та врожайність льону-довгунця. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2020. Вип. 27 (41). С. 222–230.

8. Кабанець В. М. Галузі льонарства та коноплярства України: стан та перспективи. *Луб'яні та технічні культури* : зб. наук. пр. 2017. Вип. 5 (10). С. 3–7.

9. Книгніцька Л. П. Вирощування льону-довгунця в ґрунтових умовах Івано-Франківської області. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 59. С. 81–90.

10. Литвиненко А. В., Логінов М. І. Адаптивна здатність сортів льону-довгунця до системи мінерального живлення у зоні Північно-Східного Полісся України. *Луб'яні та технічні культури* : зб. наук. пр. 2017. Вип. 5 (10). С. 101–105.

11. Лімонт А. С., Лімонт З. А. Маса коріння рослин і прогнозування продуктивності льону-довгунця та якості волокна. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2022. Вип. 52. С. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.3-11>.

12. Лімонт А. С., Лімонт З. А. Продуктивність і стеблостій льону-довгунця з урахуванням густоти стояння рослин перед збиранням. *Інженерія природокористування*. 2021. № 4 (22). С. 27–41.

13. Марков І. Секрети успішного вирощування льону-довгунця. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 4 (299). С. 52–55.

14. Мирончук В. П., Дрозд О. М. Урожайність льону-довгунця залежно від мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 4. С. 37–38.

15. Приймачук Т. Ю., Штанько Т. А., Ковальов В. Б. Розвиток галузі льонарства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 7. С. 68–75.

16. Способи вдосконалення елементів технології вирощування насінницьких посівів льону-довгунця у Лісостепу / Є. В. Заїка та ін. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99, № 12. С. 45–50. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-06>.

17. Тараймович І. В. Ефективність виробництва волокна льону-довгунця та аналіз факторів, що її визначають. *Сільськогосподарські машини*. 2012. № 22. С. 181–186.

18. Технологічні аспекти відродження льонарства в Україні / В. М. Нелеп та ін. *Агроінком*. 2008. № 11/12. С. 27–30.

19. Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф. Продуктивність волокна сортів льону-довгунця залежно від мінерального живлення. *Олійні культури: сьогодні та перспективи* : зб. тез Міжнар. наук. Інтернет-конференції (27 берез. 2024 р.). Запоріжжя, 2024. С. 114–115.

20. Productivity of common flax varieties depending on fertilizer / L. Tkachenko et al. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, no. 5. P. 79–87. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor5.2024.79>.

7. Dumych V. The influence of tillage systems on the growth, development and yield of *Linum usitatissimum*. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniky i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy*. 2020. Issue 27 (41). P. 222–230.

8. Kabanets V. M. Branches of linseed and hemp growing of Ukraine: state and prospects. *Lubiani ta tekhnichni kultury* : zb. nauk.pr. 2017. Issue 5 (10). P. 3–7.

9. Knihnitska L. P. Cultivation of *Linum usitatissimum* in the soil conditions of the Ivano-Frankivsk region. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyystvo*. 2016. Issue 59. P. 81–90.

10. Lytvynenko A. V., Lohinov M. I. Adaptability of flax varieties to the mineral nutrition system in the North-Eastern Polissia zone of Ukraine. *Lubiani ta tekhnichni kultury* : zb. nauk. pr. 2017. Issue 5 (10). P. 101–105.

11. Limont A. S., Limont Z. A. Plant root mass and prediction of *Linum usitatissimum* productivity and fiber quality. *Konstruiuvannia, vyrobnyystvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn*. 2022. Issue 52. P. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.3-11>.

12. Limont A. S., Limont Z. A. The yielding capacity and plant stand of *Linum usitatissimum* with respect to the plant stand density before harvesting. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*. 2021. No. 4 (22). P. 27–41.

13. Markov I. Secrets of successful cultivation of *Linum usitatissimum*. *Ahrobiznes sohodni*. 2015. No. 4 (299). P. 52–55.

14. Myronchuk V. P., Drozd O. M. Yield of *Linum usitatissimum* depending on mineral fertilizers. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2011. No. 4. P. 37–38.

15. Pryimachuk T. Yu., Shtanko T. A., Kovalov V. B. Development of the flax industry in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No. 7. P. 68–75.

16. Methods of improvement of elements of technology of growing flax for seed in the Forest-Steppe / Ye. V. Zaika et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2021. Vol. 99, no. 12. P. 45–50. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-06>.

17. Taraimovych I. V. The efficiency of the production of *Linum usitatissimum* fiber and the analysis of the factors that determine it. *Silskohospodarski mashyny*. 2012. No. 22. P. 181–186.

18. Technological aspects of the revival of flax in Ukraine / V. M. Nelep et al. *Ahroinkom*. 2008. No. 11/12. P. 27–30.

19. Tkachenko L. Yu., Rudavska N. M., Tymchyshyn O. F. Productivity of fiber of *Linum usitatissimum* varieties depending on mineral nutrition. *Oliini kultury: sohodennia ta perspektyvy* : zb. tez Mizhnar. nauk. Internet-konferentsii (27 berez. 2024 r.). Zaporizhzhia, 2024. P. 114–115.

20. Productivity of common flax varieties depending on fertilizer / L. Tkachenko et al. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, no. 5. P. 79–87. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor5.2024.79>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-11

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.11:631.5(477.41/.42)

**АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ
ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ ЯКОСТІ ЗЕРНА СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ
В ПОЛІССІ УКРАЇНИ****О. І. Трембіцька, С. Г. Столяр**

Поліський національний
університет
вул. Старий бульвар, 7,
Житомир, 10002

Про авторів

Оксана ТРЕМБІЦЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-1152-0215

Світлана СТОЛЯР,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-5925-2008

Для листування:

Оксана ТРЕМБІЦЬКА
e-mail:
ksyusha.trembitskaya@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

9 травня 2025 р.

Погоджено до друку:

26 травня 2025 р.

У статті висвітлено результати дослідження впливу агрометеорологічних чинників на формування якісних показників зерна пшениці спельти (озимої) (*Triticum spelta* L.) в умовах Полісся України. Основною метою дослідження було виявлення зв'язку між гідротермічними умовами періоду вегетації (зокрема фаз наливу та дозрівання зерна) та вмістом білка й сирової клейковини в зерні різних сортів культури. Дослідження проводилися протягом 2022–2024 рр. із використанням методів польових спостережень, агрометеорологічного моніторингу та лабораторного аналізу зерна. Установлено, що погодні умови значно впливають на якісні параметри врожаю. Зокрема, зниження температури повітря в поєднанні з надмірною кількістю опадів у фазі наливу зерна (2023 та 2024 роки) призвело до зменшення вмісту білка до 13,2 та 12,5 % відповідно, у порівнянні з 14,5 % у 2022 р. за сприятливих погодних умов. Аналогічна динаміка спостерігалася щодо вмісту сирової клейковини. Найвищі показники якості зерна в середньому за три роки спостерігалися у сортів Аттергауер Дінкель (30,9 % клейковини, 13,7 % білка) та Мв Мартонголд (30,2 й 13,5 %, відповідно). Також було виявлено, що сорти з високим генетичним потенціалом якості зерна здатні краще адаптуватися до несприятливих метеорологічних умов. Це вказує на доцільність використання сортів з підвищеною стійкістю до коливань температури повітря та кількості опадів у сучасних умовах кліматичних змін. Результати дослідження можуть бути використані для оптимізації технологій вирощування спельти в зоні Полісся, покращення сортової політики та підвищення продовольчої якості зерна.

Ключові слова: пшениця спельта (озима), якість зерна, білок, клейковина, погодні умови, гідротермічний режим, сорти, Полісся України.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Трембіцька О. І., Столяр С. Г., 2025

Agrometeorological factors as determinants of winter spelt grain quality in Polissia of Ukraine

Polissia National University
Staryi Blvd street, 7,
Zhytomyr city, 10002

About authors:

Oksana TREMBITSKA
ORCID: 0000-0003-1152-0215

Svitlana STOLIAR
ORCID: 0000-0001-5925-2008

For corresponding:

Oksana TREMBITSKA
e-mail:
ksyusha.trembitskaya@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:

May 9, 2025

Accepted:

May 26, 2025

The article highlights the results of the study of the influence of agrometeorological factors on the formation of quality indicators of winter spelt (*Triticum spelta* L.) grain in the conditions of Polissia of Ukraine. The main purpose of the study was to identify the relationship between hydrothermal conditions of the growing season (in particular, the phases of grain filling and ripening) and the content of protein and crude gluten in the grain of different crop varieties. The research was conducted during 2022–2024 using field observations, agrometeorological monitoring and laboratory analysis of grain. It was found that weather conditions significantly affect the quality parameters of the crop. In particular, a decrease in air temperature combined with excessive precipitation during the grain filling phase (2023 and 2024) led to a decrease in protein content to 13.2 and 12.5 %, respectively, compared to 14.5 % in 2022 under favorable weather conditions. Similar dynamics were observed in crude gluten content. The highest grain quality indicators over the three years were observed in the varieties Atterhauer Dinkel (30.9 % gluten, 13.7 % protein) and Mv Martongold (30.2 % and 13.5 %, respectively). It was also found that varieties with high genetic potential for grain quality are able to better adapt to unfavorable meteorological conditions. This indicates the feasibility of using varieties with increased resistance to fluctuations in climatic factors in the current climate change environment. The results of the study can be used to optimize spelta cultivation technologies in the Polissia region, improve varietal policy and the food quality of grain.

Key words: winter spelt, grain quality, protein, gluten, weather conditions, hydrothermal regime, varieties, Polissia of Ukraine.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Спельта озима (*Triticum spelta* L.) – це одне з найбільш корисних зерен, яке стало популярним завдяки своєму складу і корисним властивостям. Зерно спельти має низку переваг перед традиційною м'якою пшеницею, що робить її особливо цікавою для сучасного землеробства.

Справжня цінність спельти у високій біологічній цінності білків, які містять усі незамінні амінокислоти, що робить її корисною для здоров'я людини.

Зерно має значно вищий вміст білка (до 28 %), порівняно з пшеницею м'якою. Це робить культуру чудовим джерелом протеїнів для раціону людини. Крім того, вміст клейковини може досягати 58 %, що забезпечує високу якість борошна і полегшує процес випікання хліба [5, 16].

Зерно спельти озимої має високу енергетичну цінність, оскільки містить більше жирів, ніж у пшениці озимої, що робить її більш калорійною. Важливим є

також вміст бета-каротину, який є попередником вітаміну А (ретинолу) – важливого для здоров'я шкіри, зору та імунної системи. Тому спельта озима не тільки енергетично цінна, але й корисна для організму завдяки її вітамінному складу, що робить її чудовим продуктом для здорового харчування. Містить багато клітковини, що позитивно впливає на роботу травної системи, сприяє нормалізації обміну речовин і підтримує стабільний рівень цукру в крові. Низький вміст жиру робить її хорошим продуктом для тих, хто хоче контролювати свою вагу [3, 9].

Спельта озима багата на вміст мікроелементів, також є гарним джерелом калію, магнію та заліза, що підтримують нормальну функцію серця, нервової системи та кровообіг. Вітаміни групи В, зокрема В2 (рибофлавін), В3 (ніацин) та фолієва кислота, також сприяють здоров'ю

шкіри, волосся, покращують метаболічні процеси й зміцнюють імунну систему [8, 14].

Збільшення попиту на здорове харчування сприяє зростанню інтересу до безглютенних та екологічно чистих продуктів. Спельта, завдяки своїм корисним харчовим властивостям, є цінною сировиною для виготовлення дієтичних і дитячих харчових продуктів.

Останні дослідження щодо вирощування спельти озимої (*Triticum spelta* L.) в Україні та за кордоном вказують на її великий потенціал як культури з хорошими харчовими та агрономічними характеристиками. Вона менш вимоглива до поживних речовин ґрунту, що дозволяє підтримувати стабільну врожайність навіть за обмежених умов живлення. Крім того, має високу морозостійкість, що дає змогу сіяти її з вересня до кінця листопада, ефективно використовуючи осінні опади. Однак через плівчастість насіння сівба спельти може бути ускладнена, а вимолочування зерна вимагає додаткових зусиль [1, 6].

Дослідження в зоні Полісся показали, що застосування гуматів і регуляторів росту сприяє підвищенню продуктивності та якості зерна спельти. Вивчення економічних аспектів вирощування цієї культури вказує на менші витрати на мінеральні добрива та засоби захисту рослин порівняно з пшеницею м'якою. Однак, враховуючи меншу врожайність спельти (приблизно 70–80 % від врожайності пшениці м'якої), необхідно ретельно оцінювати економічну доцільність її вирощування [2, 4].

Спельта озима є ідеальним вибором для органічного землеробства завдяки своїй високій стійкості до багатьох хвороб та шкідників. Її коренева система потужна, що дозволяє зберігати родючість ґрунту без надмірного використання хімічних добрив. Крім того, спельта озима має високу конкурентоспроможність до бур'янів, що є важливим фактором в органічному землеробстві, де використання гербіцидів обмежене [7, 8, 10].

Останні дослідження підкреслюють важливість погодних умов на формування якості зерна цієї культури. Погодні умови впливають на висоту рослин та їх стійкість до вилягання, що, своєю чергою, позначається на врожайності. Крім підвищення врожайності спельти озимої, важливим аспектом є якісні показники її зерна. Недостатнє ресурсне забезпечення та порушення елементів агротехнології, стійкість різних сортів до змін клімату можуть призвести до зниження врожайності, погіршення якості зерна, і як наслідок, до зменшення прибутку [12, 18, 19].

Загалом, інтеграція метеорологічних умов у стратегії вирощування спельти є ключовим фактором для досягнення високих урожаїв гарної якості зерна [3].

Метою досліджень є оцінка стійкості різних сортів спельти озимої до змін клімату, оптимальних умов їх вирощування та можливість удосконалення технологій виробництва цієї культури.

Матеріали і методи. Польові дослідження щодо впливу погодних умов на якість зерна спельти озимої проводилися впродовж 2022–2024 рр. в умовах ТОВ «ВЕГА АГРО» Житомирського району Житомирської області.

Агротехніка вирощування загальноприйнята для зони вирощування: сівба 10 жовтня, норма висіву – 200 шт./м². Для сівби використовували необмолочені колоски з розрахунку, що кожен колосок містить у середньому 2,5 зерен. Варіанти розміщувались в досліді послідовно, повторність – чотириразова. Площа облікової ділянки – 50 м². Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий легкосуглинковий.

Показники якості спельти озимої визначалися в сертифікованій лабораторії Поліського національного університету за ДСТУ 3768:2010.

Температури повітря та кількість опадів в Житомирській області протягом 2022–2024 рр., за даними метеостанції м. Житомира (50.26 Пн 28.68 Сх).

Результати та обговорення. Температура повітря та опади є одними з

основних кліматичних факторів, що визначають умови для формування і характеру погоди, і мають значний вплив на якість зерна спелти озимої. Аналіз метеорологічних умов протягом періоду проведення дослідження показує, що температурні коливання, кількість опадів та відносна вологість повітря під час вегетації культури значно варіювали: перевищуючи середні багаторічні значення, або були значно нижчими. Ці зміни кліматичних факторів сприяли отриманню вірогідних результатів дослідження щодо впливу на якісні показники спелти озимої [20].

Основним зовнішнім чинником, що впливає на вміст білка в зерні є забезпечення рослин азотом. Вологозабезпеченість також має значний вплив на цей показник. Інші зовнішні фактори, такі як попередники, обробіток

грунту, строки та норми сівби, в кінцевому результаті впливають на умови живлення. Як правило, буває зворотна залежність між вмістом білка та урожайністю, особливо в умовах, що обмежують ростові процеси [11, 13]. Наприклад, в умовах посухи, коли врожайність знижується, вміст білка в зерні, як правило, збільшується. У роки з високою вологістю спостерігається зворотний ефект.

Проаналізувавши кількість опадів упродовж 2022–2024 рр., спостерігаємо суттєве їх зменшення, порівняння з середньобогаторічними нормами. У 2022 р. середньорічна кількість опадів становить 507 мм, тоді як багаторічна норма – 650 мм, тобто зменшення середньорічної кількості опадів у 2022 р. від норми становить 143 мм, або 22 % (рис. 1).

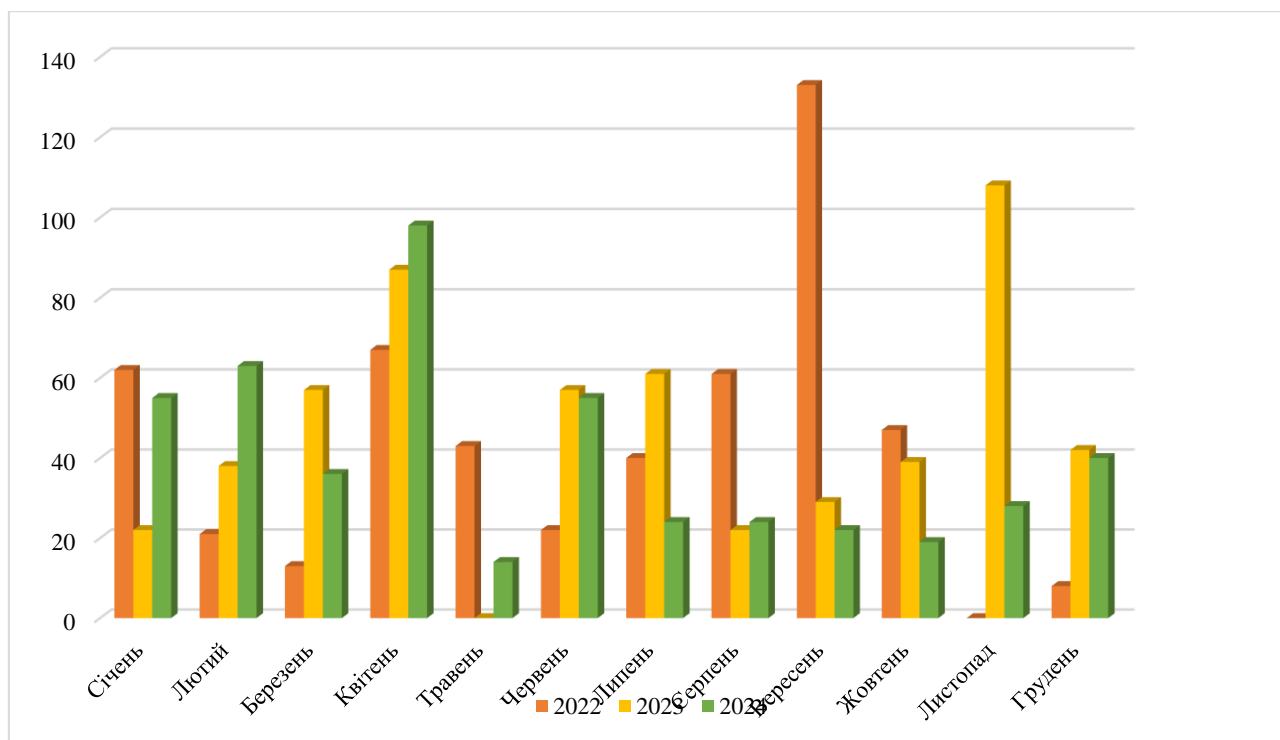


Рис. 1. Кількість опадів у Житомирській області, мм, 2022–2024 рр.

У 2023 р. зафіксовано збільшення середньорічної кількості опадів, порівняно з 2022 р. – до 562 мм. Проте це значення все ще на 13,54 % менше за середньобогаторічну норму. У 2024 р. спостерігається стійка тенденція до зниження кількості опадів: середньорічна

сума опадів становила 478 мм, що на 172 мм (або 26,46 %) нижче за норму.

Погодні умови, зокрема температура повітря та кількість атмосферних опадів, відіграють ключову роль у формуванні якісних характеристик зерна спелти озимої, особливо у фазах наливу та

дозрівання. Ці періоди вегетації надзвичайно чутливі до гідротермічного режиму, оскільки надлишок або дефіцит вологи може істотно впливати як на фізіологічні процеси в рослині, так і на накопичення резервних речовин у зернівці.

Аналіз метеорологічних даних за червень – критичний період формування врожаю – показав, що у 2022 р. кількість опадів була помірною і склала 22 мм. Такий рівень зволоження відповідав близьким до оптимальних умов для наливу зерна, що сприяло формуванню задовільних показників якості. Водночас у 2023 та 2024 рр. у червні було зафіксовано істотне збільшення кількості опадів – 57 та 55 мм відповідно, що приблизно у 2,5 раза перевищує значення 2022 р. Ці роки характеризувалися нестійкими погодними умовами, переважанням циклональної діяльності, збільшенням кількості днів з опадами та високою відносною вологістю повітря.

Найбільш інтенсивний дощовий епізод у 2024 р. спостерігався 12 червня, коли добова кількість опадів сягнула 47,5 мм. Така злива мала ознаки екстремального гідрометеорологічного явища і значною мірою вплинула на мікроклімат в агроценозах.

Надмірна волога у цей період сприяє розвитку грибних хвороб (зокрема фузаріозу), знижує аерацію ґрунту, погіршує транспорт асимілянтів у колос, що в сукупності призводить до утворення зерна з нижчими технологічними показниками.

Результати агрометеорологічного аналізу та лабораторної оцінки якості урожаю свідчать, що хоча збільшення кількості опадів під час наливу зерна здатне забезпечити вищу урожайність внаслідок кращого забезпечення вологою, це водночас негативно впливає на якість. Зокрема, у 2023–2024 рр. було зафіксовано зниження вмісту сирогої клейковини, що є одним із ключових показників

хлібопекарської якості зерна. Варто зазначити, що вміст клейковини зменшувався більшою мірою, ніж вміст сирого білка, що може свідчити про ферментативне розщеплення білкових сполук внаслідок мікробіологічної активності.

Таким чином, у 2023 та 2024 рр. чітко простежується агрометеорологічна залежність між інтенсивністю та розподілом атмосферних опадів у фазі дозрівання спельти озимої та погіршенням її якісних характеристик. Ці спостереження підкреслюють необхідність врахування гідротермічного режиму при плануванні технологій вирощування спельти, а також доцільність впровадження адаптивних заходів, таких як підбір сортів, стійких до ураження мікозами, оптимізація строків збирання.

Температурний режим у період вегетації є одним із ключових чинників, що визначає інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів у рослинах та впливає на формування якісних характеристик зерна. Особливо критичним є температурний фон у фазах наливу та досягання зерна, коли надмірне підвищення температури може спричинити передчасне зрідження і зниження вмісту білка та клейковини (рис. 2).

Температурні умови в період завершальних фаз вегетації спельти озимої – особливо під час наливу та досягання зерна, мають вирішальне значення для формування її якісних показників. Підвищення денної температури повітря до +26,4 °C і вище, згідно з результатами спостережень, сприяє посиленню обмінних процесів у рослині та підвищенню концентрації білка і сирогої клейковини в зерні. Такий температурний режим сприяє інтенсивнішому накопиченню пластичних речовин у зернівці за умови достатнього вологозабезпечення.

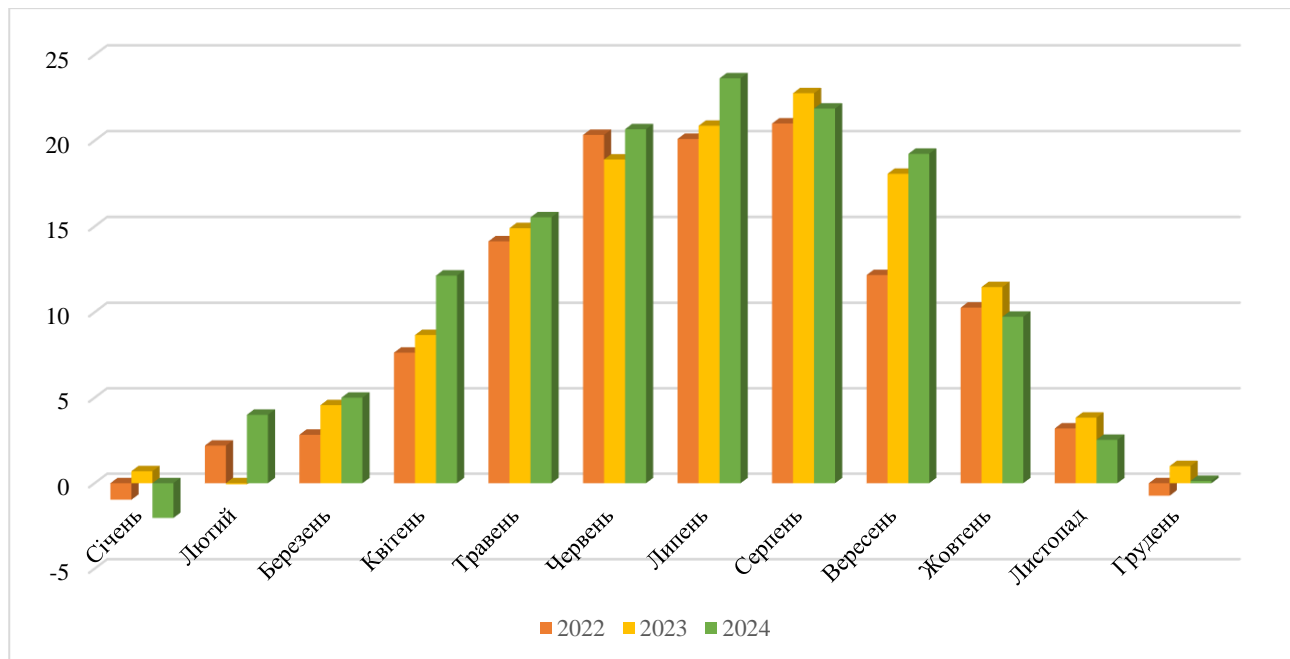


Рис. 2. Температура повітря у Житомирській області, °С, 2022–2024 рр.

У 2024 р. в третій декаді червня спостерігалася тривала спекотна погода, що спричинила прискорене досягання зерна спелти озимої. Середньомісячна температура повітря в червні становила +20,6 °С, що перевищувало середньобогаторічну норму на 1,3–2,5 °С залежно від конкретної агрокліматичної точки спостереження в регіоні. Такий тепловий фон був близьким до оптимального для накопичення білкових речовин у зерні, однак у поєднанні з недостатнім зволоженням або нерівномірним розподілом опадів може призводити до зниження маси 1000 зерен і погіршення структури ендосперму. У разі надмірного перегріву ґрунту в денні години

також можливе пригнічення азотного обміну, що частково знижує потенційну якість урожаю.

За результатами проведених досліджень, найвищі показники якості зерна спелти озимої були зафіксовані у сорту Аттергауер Дінкель: вміст сирого білка становив 13,7 %, а сирі клейковини – 30,9 %. Деяко нижчі значення за якісними характеристиками мав сорт Мв Мартонголд, у якого вміст білка досягав 13,5 %, а сирі клейковини – 30,2 %. Отримані значення свідчать про високий потенціал цих сортів щодо формування зерна з покращеними хлібопекарськими властивостями (табл. 1).

1. Вміст білка в зерні пшениці спелти (озимої) за роками, %

Сорт	2022	2023	2024	Середнє
Зоря України	13,5	12,3	11,2	12,7
Європа	14,2	12,6	11,8	13,2
Евріка	13,2	10,9	10,4	12,2
Аттергауер Дінкель	14,5	13,2	12,5	13,7
Вишиванка білоцерківська	13,0	10,6	10,0	11,9
Мв Мартонголд	14,4	12,3	12,0	13,5

Третє місце за показниками якості зерна посів сорт Європа, в якого вміст сирого білка становив 13,2 %, сирі

клейковини – 28,9 %. Деяко нижчі значення вмісту білка були зафіксовані у сортів Зоря України, Евріка та Вишиванка

білоцерківська – 12,7, 12,2 та 11,9 %, відповідно.

Аналіз динаміки вмісту білка за роками показав, що найнижчі показники спостерігалися у 2023 та 2024 рр., коли під час критичних фаз наливу та дозрівання зерна переважала дощова погода. Водночас максимальні значення були зафіксовані у 2022 р. у сорту Аттергауер Дінкель – 14,5 %, що є найвищим показником за весь період досліджень. Це свідчить про наявність сприятливих гідротермічних умов у відповідному році, які забезпечили оптимальне поєднання температурного режиму та зволоження для ефективного синтезу білкових сполук у зерні.

У 2023 р. вміст білка знизився до 13,2 %, що, імовірно, пов'язано з надмірною кількістю опадів у фазу наливу зерна. У 2024 р. спостерігалось подальше зниження – до 12,5 %, що підтверджує стабільну негативну тенденцію,

обумовлену несприятливими метеорологічними умовами. Надлишок вологи та відносне зниження температур у період наливу сприяють вегетативному росту, але гальмують накопичення білка у зернівці.

Зазначена закономірність була характерною для всіх досліджуваних сортів, незалежно від генетичного потенціалу, що підтверджує суттєвий вплив гідротермічного режиму у фазі дозрівання насіння на якісні характеристики зерна спельти озимої.

Одним із важливих показників якості зерна спельти озимої є вміст клейковини, яка є цінним компонентом, оскільки визначає якість борошна та його придатність для виготовлення різних видів хлібобулочних виробів. Вміст клейковини має важливе значення для її харчових та технологічних властивостей (рис. 3).

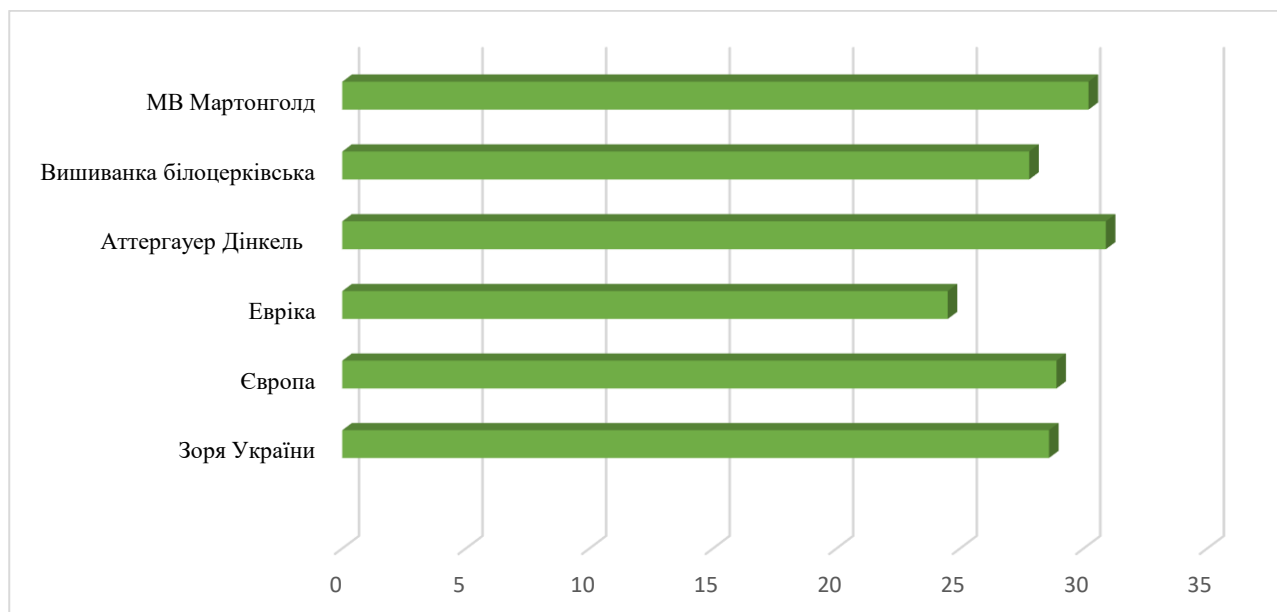


Рис. 3. Вміст клейковини в зерні спельти озимої, % (середнє 2022–2024 рр.)

Найвищий середній вміст сирої клейковини за трирічний період досліджень було зафіксовано у сорті Аттергауер Дінкель – 30,9 %. Дещо нижчу позицію за цим показником посів сорт МВ Мартонголд із середнім значенням 30,2 %.

Нижчі, проте стабільно високі значення вмісту клейковини

продемонстрували сорти Європа (28,9 %), Зоря України (28,6 %) та Вишиванка білоцерківська (27,8 %). Отримані результати свідчать, що ці сорти мають добрі хлібопекарські властивості й придатні для виробництва борошна та харчових продуктів, які потребують високого вмісту та якості клейковини.

Найнижчий вміст клейковини був зафіксований у сорту Евріка – 24,5 %, що помітно відрізняється від інших досліджуваних сортів. Попри це, сорт зберігає технологічну цінність і може бути рекомендований для виробництва борошна середньої якості, зокрема для продуктів зі зниженими вимогами до еластичності та структурної міцності тіста.

Висновок. Результати досліджень підтвердили, що агрометеорологічні умови, сортові особливості та фази вегетації відіграють ключову роль у формуванні якісних показників зерна спельти озимої в умовах Полісся України. Найвищі показники за вмістом білка і сирої клейковини продемонстрували сорти Аттергауер Дінкель (вміст білка – у середньому 13,7 %, сирої клейковини – 30,9 %) та Мв Мартонголд (відповідно, 13,5 та 30,2 %). Ці сорти можуть бути рекомендовані для виробництва високоякісного борошна, придатного для хлібопекарської промисловості.

У сортів Європа, Зоря України та Вишиванка білоцерківська вміст сирого білка становив 13,2; 12,7 та 11,9 %, відповідно, а сирої клейковини – 28,9; 28,6,

і 27,8 %. Хоча ці показники є дещо нижчими, вони залишаються в межах прийнятного для виробництва борошна з добрими технологічними властивостями.

Аналіз погодних умов за період 2022–2024 рр. показав, що несприятливий гідротермічний режим, зокрема підвищена кількість опадів у фазах наливу та дозрівання зерна, негативно впливав на вміст білка. Так, у 2022 р., за сприятливих температурних умов та помірного зволоження, вміст білка у сорту Аттергауер Дінкель досягав 14,5 %. У 2023 р. він знизився до 13,2 %, а у 2024 – до 12,5 %. Ця тенденція була характерною для всіх досліджуваних сортів і підтверджує критичний вплив метеорологічних чинників на формування якісних показників зерна.

Таким чином, ефективно вирошування спельти озимої в умовах Полісся вимагає врахування гідротермічних умов, адаптивного підбору сортів, стійких до ураження мікозами, та гнучкого управління агротехнологіями, орієнтованими не лише на урожайність, а й на якість зерна.

Список використаної літератури

1. Аналіз сучасного досвіду та напрямів вирішення проблем управління твердими комунальними відходами / І. Г. Коцюба та ін. *Екологічні науки*. 2021. № 6 (39). С. 166–170. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8295>.
2. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Листкова діагностика для оптимізації живлення рослин спельти озимої в умовах Полісся. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 11. С. 112–118. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.15>.
3. Кульбіда М. І., Єлістратова Л. О., Барабаш М. Б. Сучасний стан клімату України. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2013. Вип. 35. С. 118–130.
4. Лобачова Н. Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів: монографія. Суми : Сумський національний аграрний університет. 2015. 214 с.
5. Нінієва А. К. Генетичне різноманіття спельти озимої за господарськими ознаками в умовах східної частини Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 156–167. <https://journals.urau.ua/pbsd/article/view/59750/55834>.

References

1. Analysis of current experience and directions for solving problems of solid municipal waste management / I. H. Kotsiuba et al. *Ekologichni nauky*. 2021. No. 6 (39). P. 166–170. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8295>.
2. Karpishyn O. V., Moisiienko V. V. Foliar diagnostics for optimizing winter spelt plant nutrition in the conditions of Polissia. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychkh nauk*. 2025. No. 11. P. 112–118. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.15>.
3. Kulbida M. I., Yelistratova L. O., Barabash M. B. Current state of Ukraine's climate. *Problemy okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha ta ekolohichnoi bezpeky*. 2013. Issue 35. P. 118–130.
4. Lobachova N. L. Improving the technology of gluten-free bakery products : monograph. Sumy : Sumskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet. 2015. 214 p.
5. Niniieva A. K. Genetic diversity of winter spelt according to economic characteristics in the conditions of the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Selektsiia i nasinnystvo*.

6. Ружицька О. М., Борисова О. В. Насіннева продуктивність і біохімічний склад зерна озимої спельти та полби за умов Півдня Степової зони України. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. № 50 (2). С. 161–169. <https://www.frg.org.ua/articles/50020161a.pdf>.
7. Трембіцька О. І., Богдан С. В. Регенеративне сільське господарство у забезпеченні еколого-економічної безпеки. *Агросвіт*. 2023. № 21. С. 89–96. <https://nayka.com.ua/index.php/agrosvit/article/view/2371/2407>.
8. Трембіцька О. І., Столяр С. Г. Використання спельти озимої та сорго зернового у харчовій промисловості за органічного виробництва. *Таврійський науковий вісник*. № 139. Ч. 2. С. 104–111. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/139_2024/part_2/15.pdf.
9. Характеристика селекційних ліній пшениці спельти озимої (*Triticum spelta* L.) в умовах Східного Лісостепу України / К. Ю. Суворова та ін. *Селекція і насінництво*. 2023. № 124. С. 29–35. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2023.283648>.
10. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення / Г. М. Господаренко та ін. *Вісник Уманського УНУС*. 2015. № 1. С. 11–14. <https://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletен2015/Buletен12015/5.pdf>.
11. Andrews J. E., Combs B. L., Miller R. E. Spelt as an Alternative Wheat Crop in Organic Farming Systems. *Journal of Organic Agriculture*. 2006. Vol. 3 (2). P. 75–85.
12. Bioprocessed wholegrain spelt flour improves the quality and physicochemical characteristics of wheat bread / M. Mencin et al. *Molecules*. 2023. Vol. 28 (8). P. 3428. <https://doi.org/10.3390/molecules28083428>.
13. Bread quality of spelt wheat and its starch / J. D. Wilson et al. *Cereal Chemistry*. 2008. Vol. 85 (5). P. 629–638. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-5-0629>.
14. Impact of *Alternaria* spp. and *Alternaria* toxins on quality of spelt wheat / J. Disalov et al. *Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 12 (1). P. 1–9. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n1p1>.
15. Podolska G., Aleksandrowicz E., Szafrńska A. Bread making potential of *Triticum aestivum* and *Triticum spelta* species. *Open Life Sciences*. 2020. Vol. 15 (1). P. 25–34. <https://doi.org/10.1515/biol-2020-0004>.
16. Protection of winter spelt against fungal diseases under organic production of phyto-products in the Ukrainian polissia / M. M. Kliuchevych et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (1). P. 267–272. <https://www.ujecology.com/articles/protection-of-winter-spelt-against-fungal-diseases-under-organic-production-of-phytoproducts-in-the-ukrainian-polissia.pdf>.
17. Spanish spelt is unique germplasm for improvement of root hair length in hexaploid wheat / O. Zelba et al. *Plant and Soil*. 2020. Vol. 452 (1), 171–184. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04555-8>.
2012. Issue 101. P. 156–167. <https://journals.uran.ua/pbsd/article/view/59750/55834>
6. Ruzhytska O. M., Borysova O. V. Seed productivity and biochemical composition of winter spelt and spelt grain under the conditions of the South of the Steppe Zone of Ukraine. *Fiziolohiia roslyn i henetyka*. 2018. No. 50 (2). P. 161–169. <https://www.frg.org.ua/articles/50020161a.pdf>.
7. Trembitska O. I., Bohdan S. V. Regenerative agriculture in ensuring ecological and economic security. *Ahrosvit*. 2023. No. 21. P. 89–96. <https://nayka.com.ua/index.php/agrosvit/article/view/2371/2407>.
8. Trembitska O. I., Stoliar S. H. Use of winter spelt and grain sorghum in the food industry under organic production. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. No. 139. Part. 2. P. 104–111. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/139_2024/part_2/15.pdf.
9. Characteristics of breeding lines of winter spelt wheat (*Triticum spelta* L.) in the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine / K. Yu. Suvorova et al. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2023. No. 124. P. 29–35. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2023.283648>.
10. Baking properties of spelt grain depending on fertilizer / H. M. Hospodarenko et al. *Visnyk Umanskoho UNUS*. 2015. No. 1. P. 11–14. <https://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletен2015/Buletен12015/5.pdf>.
11. Andrews J. E., Combs B. L., Miller R. E. Spelt as an Alternative Wheat Crop in Organic Farming Systems. *Journal of Organic Agriculture*. 2006. Vol. 3 (2). P. 75–85.
12. Bioprocessed wholegrain spelt flour improves the quality and physicochemical characteristics of wheat bread / M. Mencin et al. *Molecules*. 2023. Vol. 28 (8). P. 3428. Doi: 10.3390/molecules28083428.
13. Bread quality of spelt wheat and its starch / J. D. Wilson et al. *Cereal Chemistry*. 2008. Vol. 85 (5). P. 629–638. Doi: 10.1094/CCHEM-85-5-0629.
14. Impact of *Alternaria* spp. and *Alternaria* toxins on quality of spelt wheat / J. Disalov et al. *Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 12 (1). P. 1–9. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n1p1>.
15. Podolska G., Aleksandrowicz E., Szafrńska A. Bread making potential of *Triticum aestivum* and *Triticum spelta* species. *Open Life Sciences*. 2020. Vol. 15 (1). P. 25–34. <https://doi.org/10.1515/biol-2020-0004>.
16. Protection of winter spelt against fungal diseases under organic production of phyto-products in the Ukrainian Polissia / M. M. Kliuchevych et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (1). P. 267–272. <https://www.ujecology.com/articles/protection-of-winter-spelt-against-fungal-diseases-under-organic-production-of-phytoproducts-in-the-ukrainian-polissia.pdf>.
17. Spanish spelt is unique germplasm for improvement of root hair length in hexaploid wheat

18. Spelt: Agronomy, Quality, and Flavor of Its Breads from 30 Varieties Tested across Multiple Environments / M. Rapp et al. *Crop Science*. 2017. Vol. 57 (2). P. 739–747. DOI: 10.2135/cropsci2016.05.0331.

19. Spelt wheat: An alternative for sustainable plant production at low N-levels / M. Bettini et al. *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (23). P. 6726. <https://doi.org/10.3390/su11236726>.

20. The responses of winter cultivars of common wheat, durum wheat and spelt to agronomic factors / W. S. Budzyński et al. *J. Agric. Sci.* 2018, Vol. 156. P. 1163–1174.

/ O. Zelba et al. *Plant and Soil*. 2020. Vol. 452 (1), 171–184. Doi: 10.1007/s11104-020-04555-8.

18. Spelt: Agronomy, Quality, and Flavor of Its Breads from 30 Varieties Tested across Multiple Environments / M. Rapp et al. *Crop Science*. 2017. Vol. 57 (2). P. 739–747. DOI: 10.2135/cropsci2016.05.0331.

19. Spelt wheat: An alternative for sustainable plant production at low N-levels / M. Bettini et al. *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (23). P. 6726. <https://doi.org/10.3390/su11236726>.

20. The responses of winter cultivars of common wheat, durum wheat and spelt to agronomic factors / W. S. Budzyński et al. *J. Agric. Sci.* 2018, Vol. 156. P. 1163–1174.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-12

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.527.85:632.4

**ОЦІНКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО
ЗА СТІЙКІСТЮ ДО ЗБУДНИКІВ ЛИСТКОВИХ ХВОРОБ****В. Д. Тромсюк, В. М. Бортновський**

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН
проспект Юності, 16, м. Вінниця,
21021

Про авторів:

Валентина ТРОМСЮК,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-4741-6284

Віталій БОРТНОВСЬКИЙ,
старший науковий співробітник
ORCID: 0009-0000-4660-6081

Для листування:

Валентина ТРОМСЮК
e-mail: a08095@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

10 квітня 2025 р.

Погоджено до друку:

20 травня 2025 р.

Тритикале озиме поєднує високий урожай зерна, зеленої маси та стійкість до несприятливих кліматичних умов. Проте один з основних чинників, що обмежує його врожайність – це сприйнятливості до збудників хвороб, зокрема до борошнистої роси та бурої іржі. Для забезпечення стабільного виробництва й підвищення ефективності сільського господарства важливо розробляти та впроваджувати стійкі до збудників хвороб сорти, зокрема тритикале озимого. Селекція таких сортів дозволяє зменшити використання хімічних засобів захисту, зберігаючи високу врожайність і знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Метою даного дослідження було визначення рівня стійкості колекційних зразків тритикале озимого до основних збудників листкових хвороб – борошнистої роси та бурої іржі. Вивчення зразків тритикале озимого, що відрізняються за еколого-географічним походженням, дозволило ідентифікувати генотипи з високими показниками комплексної стійкості. За результатами трирічних досліджень (2022–2024 рр.) виділено зразки (Ураган, Сибирський, Союз, Торнадо, Цекад 22 та Богодарське) з високими показниками індексу комплексної стійкості, що вказує на їх потенціал для використання в селекційних програмах.

Ключові слова: тритикале озиме, зразок, борошниста роса, бура іржа, індекс стійкості.

Evaluation of winter triticale source material for resistance to leaf pathogens

Institute of Feed and Agriculture of Podillia of NAAS
Yunosti avenue, 16, Vinnytsia city, 21021

About authors:

Valentyna TROMSIUK
ORCID: 0000-0003-4741-6284

Vitalii BORTNOVSKYI
ORCID: 0009-0000-4660-6081

For corresponding:

Valentyna TROMSIUK
e-mail: a08095@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
April 10, 2025
Accepted:
May 20, 2025

Winter triticale combines high grain and green mass yields with resistance to adverse climatic conditions. However, one of the main factors limiting its yield is its susceptibility to pathogens, including powdery mildew and brown rust. To ensure stable production and increase agricultural efficiency, it is important to develop and introduce disease-resistant varieties. Breeding such varieties allows to reduce the use of chemical protection products, while maintaining high yields and reducing the negative impact on the environment. The aim of this study was to determine the level of resistance of winter triticale collection samples to the main leaf diseases – powdery mildew and brown rust. The study of different triticale samples differing in ecological and geographical origin allowed us to identify genotypes with high rates of complex resistance. According to the results of three-year studies (2022–2024), samples (Urahan, Sybyrskyi, Soiuz, Tornado, Tsekad 22 and Bohodarske) with high indexes of complex resistance were identified, indicating their potential for use in breeding programs.

Keywords: winter triticale, sample, powdery mildew, brown rust, resistance index.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Втрати врожаю внаслідок ураження комплексом грибкових захворювань оцінюють приблизно від 10,0 до 30,0 %; в епіфітотійні роки, досягають 40,0 %. Постійним викликом є досягнення вищих врожаїв з меншим негативним впливом на навколишнє середовище, тобто стійка інтенсифікація виробництва сільськогосподарських культур. Тому селекція зі створення сортів з вищою стійкістю до біотичного стресу набуває все більшого значення [5, 11, 16, 23, 26, 29]. Масове збільшення частки зернових культур у сівозмінах, недотримання агротехнічних вимог та значне забур'янення призвели до погіршення фітосанітарного стану посівів. Деякі фітопатогени, що раніше були малопоширеними, стали особливо небезпечними, а спричинені ними захворювання досягли рівня епіфітотій [1].

Розповсюдження та активний розвиток збудників хвороб, а також рівень їхньої шкідливості зумовлені сукупним впливом різних факторів, серед яких ключову роль відіграють погодні умови, генетична стійкість культурних рослин і наявність збудника [2]. Абіотичні фактори суттєво впливають, як на появу хвороби, так і на її подальший перебіг. Можуть безпосередньо діяти як на патоген, активізуючи або пригнічуючи його розвиток, так і на рослину-господаря, підсилюючи її стійкість або роблячи її більш сприйнятливою до інфекції [19]. Фактори навколишнього середовища можуть суттєво визначати ступінь ураження хворобою та рівень пов'язаних із нею втрат [20].

Основними чинниками, що спричиняють масове ураження зернових культур, є зменшення генетичного різноманіття, недостатнє використання в

селекції генів стійкості, отриманих від диких предків, а також втрата місцевих адаптованих сортів, які є цінним джерелом стійкості до біотичних та абіотичних факторів середовища [14, 21]. Ефективність селекційної роботи, спрямованої на підвищення імунітету рослин до хвороб, значною мірою залежить від доступності вихідного матеріалу з потужними донорами стійкості. Виведені сорти повинні мати комплексну резистентність до основних патогенів, а також відзначатися високою врожайністю, покращеними якісними характеристиками зерна та стійкістю до стресових умов. Їх широке впровадження у виробництво є економічно та екологічно виправданим, оскільки дозволяє суттєво скоротити використання фунгіцидів і сприяє розвитку органічного землеробства [3].

Перші комерційно вирощені сорти тритикале були стійкі до збудників борошнистої роси, іржі листя, жовтої та стеблової іржі, збільшення посівних площ призвело до селекції патогенів і рас, які тепер здатні успішно інфікувати тритикале. Таким чином, ми можемо спостерігати еволюцію патогенів [27]. Оскільки нові раси патогенів можуть швидко адаптуватися й долати наявні механізми захисту рослин, селекціонери повинні безперервно працювати над створенням сортів тритикале озимого із покращеними характеристиками стійкості до збудників основних листових хвороб.

Найбільш економічно значущими та поширеними грибковими захворюваннями, що вражають зернові культури, є борошниста роса та різні види іржі [28].

Листкова (бура) іржа, викликана збудником *Rustia triticea*, є значною загрозою для зернових у всіх регіонах світу. Інтенсивність розвитку листової іржі значною мірою залежить від умов навколишнього середовища, ключовими факторами є температура та вологість. За відповідних умов активний розвиток хвороби може розпочатися в червні й тривати до липня. Хоча тритикале вважалось відносно стійким до листової

іржі, за останнє десятиліття воно зазнало значних втрат через цю хворобу [13, 18, 25].

Для подолання грибкових патогенів тритикале озимого потужним інструментом є селекція рослин. Завданням майбутніх стратегій селекції залишається розширення генетичного фону нових сортів, які розробляються, шляхом інтрогресії та розгортання нових джерел стійкості до хвороб. Особливо слід враховувати кількісні та багатопатогенні джерела резистентності. Таким чином, тритикале може зберегти свою позицію важливої зернової культури з низькими витратами [15, 24].

Останнім часом спостерігається зростання рівня ураженості рослин борошнистою россою (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *Triticici*), що обумовлює необхідність активного впровадження у виробництво сортів, стійких до цього патогену. Однак у процесі їх створення селекціонери стикаються з рядом труднощів. Основною проблемою є недостатня різноманітність донорів стійкості до борошнистої роси. Додаткову складність створює висока мінливість патогену, що спричиняє втрату резистентності нових сортів у відносно короткі терміни. Виведення та поширення сортів із підвищеною стійкістю до збудників хвороб сприяє зниженню рівня зараження, зменшенню шкодочинності патогенів, а також скороченню використання фунгіцидів, що є важливим аспектом збереження екологічної безпеки [11, 17].

Мета дослідження – визначити рівень стійкості колекційних зразків тритикале озимого (*Triticosecale Wittmack*) до основних збудників листових хвороб та виділити зразки з високими показниками індексу комплексної стійкості до борошнистої роси та бурої іржі.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2022–2024 рр. на полях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Посіви тритикале озимого розміщували за схемою семипільної селекційної сівозміни, попередник біла гірчиця. Технологія

виращування відповідає стандартам для зони Лісостепу.

Для дослідження використано 30 зразків тритикале озимого різного еколого-географічного походження, отриманих із колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України. Посів здійснювали за допомогою селекційної сівалки «Клен-1,5», площа дослідної ділянки становила 10 м². Повторність експерименту – три рази, розміщення – систематичне. Як стандарт використовували сорт тритикале озимого Богодарське селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Обліки ураження рослин тритикале озимого збудниками основних листкових хвороб (борошниста роса, бура іржа) проводили впродовж вегетації.

Резистентність рослин тритикале озимого проти грибкових хвороб визначали за дев'ятибальною шкалою [6].

Індекси індивідуальної стійкості визначали як відношення середнього

багаторічного значення стійкості для кожного окремого збудника хвороб до середнього значення стійкості по всіх досліджуваних зразках. Індекси комплексної стійкості обчислювали як середнє значення індексів індивідуальної стійкості [10].

Обробку експериментальних даних і визначення їх статистичної вірогідності здійснювали за допомогою Microsoft Excel, розраховуючи середні, мінімальні (min) і максимальні (max) значення, а також розмах варіації (R).

Гідротермічні умови (2022–2024 рр.) представлені за даними метеостанції с. Агрономічне Вінницького району Вінницької області.

Впродовж 2022–2024 рр. спостерігали значні коливання температури повітря та рівня опадів у порівнянні з середньобагаторічними показниками (рис. 1, 2).

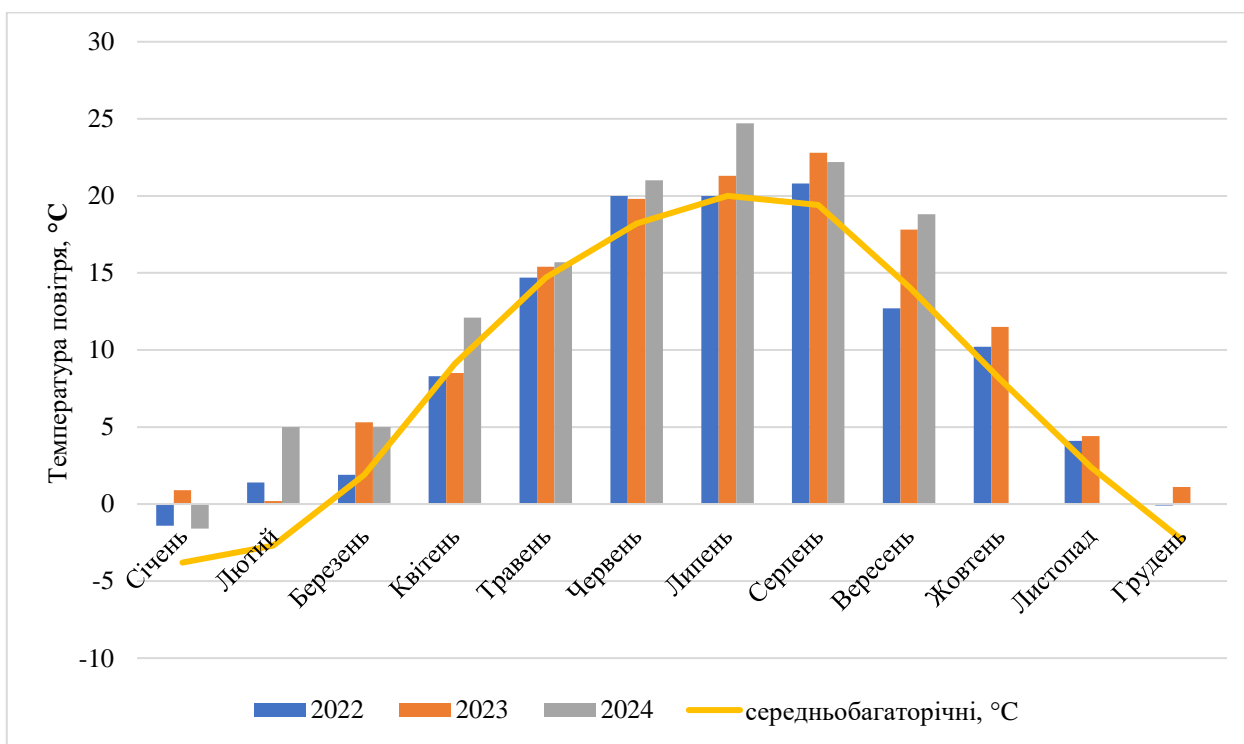


Рис. 1. Температурний режим (°C) за вегетаційний період тритикале озимого (2022–2024 рр.)

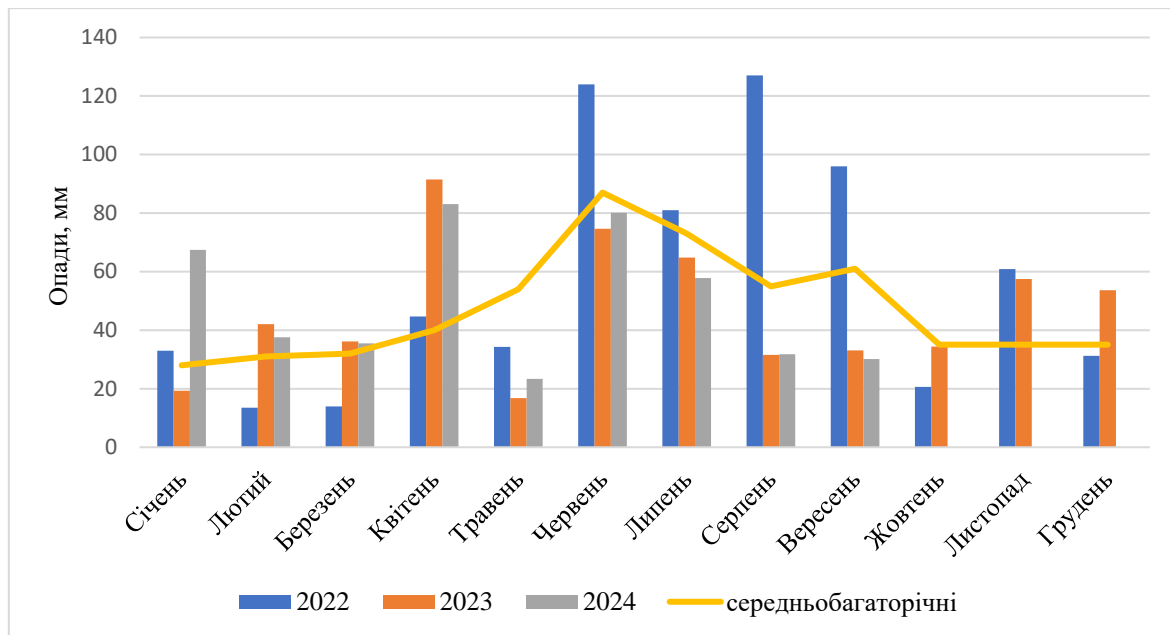


Рис. 2. Сума опадів (мм) за вегетаційний період тритикале озимого (2022–2024 рр.)

Весняний період 2022 р. характеризувався відносно помірними температурами та дефіцитом опадів. Незначна кількість опадів у березні, квітні та травні (13,9 мм, 44,7 мм і 34,3 мм відповідно) суттєво обмежувала розвиток збудників борошнистої роси. Літній період, навпаки, відзначався підвищеною вологістю. Червень виявився особливо дощовим (124 мм опадів), що створювало сприятливі умови для розвитку бурої іржі. Саме тому у 2022 р. зафіксовано нижчі значення індексу стійкості до бурої іржі у більшості зразків.

Погодні умови 2023 р. суттєво відрізнялися від попереднього. Весняний період був більш вологим, особливо у квітні (91,5 мм опадів), що створило сприятливі умови для поширення борошнистої роси. Підвищена вологість у березні та квітні разом із помірними температурами сприяли інтенсивнішому ураженню рослин, що загалом позначилося на середньому рівні стійкості до цієї хвороби. У літній період кількість опадів була меншою, ніж у 2022 р. Червень виявився менш дощовим (74,7 мм). Це сприяло зниженню ризиків поширення бурої іржі, що загалом позитивно вплинуло на середній індекс стійкості зразків.

Весняний період 2024 р. розпочався з вищих температур, особливо у квітні (12,1 °C) та травні (15,7 °C). Кількість опадів у квітні залишалася значною (83,1 мм), що сприяло розвитку борошнистої роси. Однак, у травні опади були менш інтенсивними (23,4 мм), що обмежило подальше поширення збудника. Літній період відзначався високими температурами, особливо у липні (24,7 °C), що дещо стримувало розвиток бурої іржі. Однак, рівень опадів у червні та липні залишався достатнім (80,1 і 57,8 мм відповідно), що сприяло локальному поширенню хвороби серед менш стійких зразків.

Аналіз погодних умов 2022–2024 рр. свідчить про значні коливання температури та кількості опадів, що суттєво вплинуло на розвиток збудників борошнистої роси та бурої іржі. Підвищена температура в зимово-весняний період сприяли ранньому відновленню активності та інтенсивному розвитку патогенів, а надмірні опади у квітні-червні створили сприятливе середовище для їхнього поширення.

Загалом, розвиток борошнистої роси активізувався за умов помірних температур (10–20 °C) і підвищеної вологості, особливо у весняний період. Натомість бурої іржі частіше проявлялася влітку, особливо за

поєднання високих температур і періодичних опадів, які створюють сприятливі умови для її поширення.

Результати та обговорення. З огляду на зміну кліматичних умов та підвищений ризик ураження хворобами, необхідним є створення та впровадження у виробництво стійких сортів тритикале озимого. Висока стійкість до збудників борошнистої роси та бурої іржі дозволить зменшити втрати врожаю зерна, знизити потребу в фунгіцидному захисті та підвищити стабільність виробництва цієї культури в різних кліматичних умовах. Створення

стійких сортів є важливим напрямом селекційної роботи для забезпечення сталого вирощування озимого тритикале. За останні 70 років більше як половина (50–60 %) світового приросту валових зборів зерна забезпечено завдяки впровадженню нових сортів з високим генетичним потенціалом [12].

Упродовж 2022–2024 рр. проводили оцінку колекційних зразків тритикале озимого на стійкість до збудників борошнистої роси та бурої іржі. Результати оцінки стійкості представлені на рисунку 3.

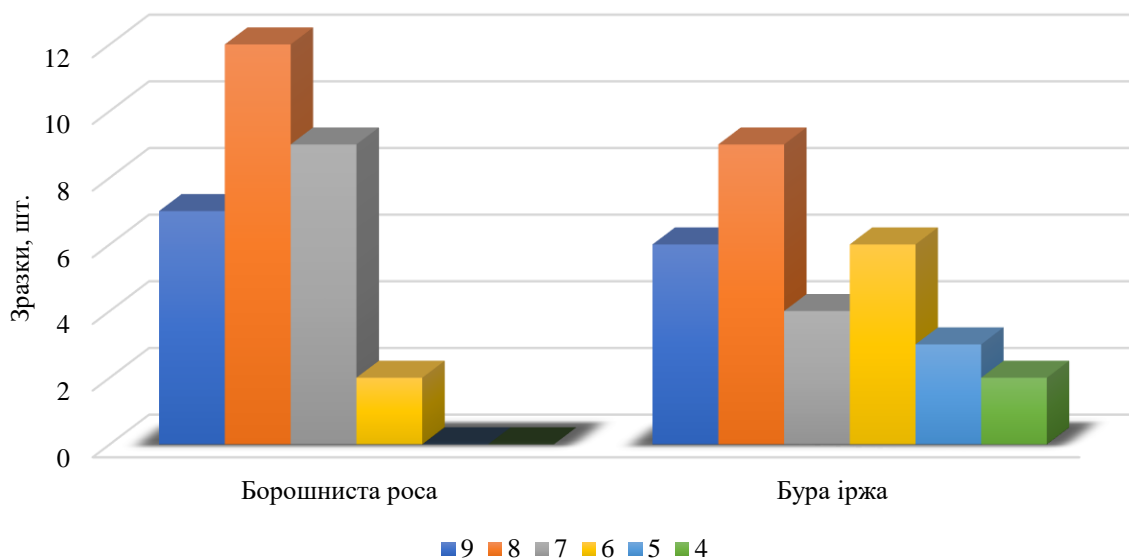


Рис. 3. Розподіл колекційних зразків тритикале озимого до збудників борошнистої роси та бурої іржі (2022–2024 рр.)

За результатами досліджень виділено 19 зразків тритикале озимого з дуже високою (9 балів – відсутні ознаки хвороби) та високою стійкістю (8 балів) до збудників борошнистої роси та 15 – бурої іржі. Визначено 11 стійких зразків (7, 6 балів) проти борошнистої роси та 10 – бурої іржі. П'ять зразків тритикале озимого визначено сприятливими (5, 4 бали) до збудників бурої іржі.

Загальна стійкість рослин тритикале озимого до борошнистої роси є вищою, оскільки серед досліджуваних зразків не зафіксовано сприйнятливих. Водночас у групі досліджених зразків відмічені

рослини, які сприйнятливі до бурої іржі, що може становити ризики в польових умовах, особливо в окремі роки досліджень.

Питання стійкості зернових культур, в тому числі й тритикале озимого, до збудників листових хвороб є предметом активних досліджень як вітчизняних, так і іноземних учених. В. Т. Саблука за результатами моніторингу ураженості збудниками хвороб зернових культур (2023–2024 рр.) визначив, що борошнистою росою було уражено майже 20 % сортів, з розвитком хвороби від 10 до 40 % [9]. І. І. Мостов'як визначив поширення борошнистої роси на посівах озимої

пшениці у середньому на 40,6 % [7]. У період 2012–2015 рр. М. М. Ключевич встановив, що майже всі вітчизняні та закордонні сорти зазнавали ураження бурюю листовою іржею в умовах природного інфекційного фону. У деяких сортах, таких як Амфідиплоїд 256, Бард, Ізомер, Романтика, розвиток хвороби досягав 40–60 % [4]. За результатами досліджень, проведених в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, серед сучасних сортів озимої м'якої пшениці в умовах епіфітотій було виділено 88 джерел із високою індивідуальною стійкістю (на рівні 7–9 балів) до листових хвороб. Зокрема, 40 зразків проявили стійкість до збудників борошністої роси, 20 – до септоріозу листя, а 28 – до бурої листової іржі [12]. Stefan Kusch при дослідженні тривалої та швидкої еволюції

грибів борошністої роси визначив, що завдяки різнобічній природі геномів збудника наступний спалах борошністої роси може статися будь-коли та стати серйозною проблемою для продовольчої безпеки [22]. Це свідчить про необхідність безперервного проведення селекційних досліджень, спрямованих на створення сортів тритикале озимого з підвищеною стійкістю до збудників хвороб. Використання генетично стійких джерел у селекційних програмах дозволить зменшити ризики масових уражень і забезпечити стабільність урожаю в різних кліматичних умовах.

За результатами досліджень (2022–2024 рр.) зразків тритикале озимого визначено індекси індивідуальної та комплексної стійкості до збудників основних листових хвороб (табл. 1).

1. Індекс стійкості зразків тритикале озимого проти основних листових збудників хвороб, середнє за 2022–2024 рр.

Стандарт, назва зразка	Номер національного каталогу	Індекс стійкості, I		Індекс комплексної стійкості, ІКС
		Борошніста роса	Бура іржа	
1	2	3	4	5
Богодарське, ст.	UA0602707	1,12	1,13	1,13
НТН 1933	UA0602784	1,12	0,55	0,84
НТН 3476	UA0602785	1,12	0,55	0,84
Хлебороб	UA0604984	1,07	0,65	0,86
Парус	UA0602626	0,77	0,84	0,81
Сергий	UA0602750	1,03	0,98	1,01
Нина	UA0602657	0,94	1,14	1,04
Maestro	UA0602783	0,90	1,13	1,02
Павлодарский	UA0602730	1,12	0,80	0,96
Никанор	UA0602662	0,94	0,84	0,89
АД256	UA0600504	0,90	0,70	0,80
Aliko	UA0602634	1,12	1,08	1,10
Remiko	UA0602786	0,94	1,00	0,97
Божич	UA0602842	1,07	0,89	0,98
Обрій миронівський	UA0602670	0,90	0,99	0,95
Маяк	UA0602521	0,90	0,80	0,85
Десятинне	UA0602746	1,03	1,09	1,06
Dinago	UA0602438	0,73	1,13	0,93

1	2	3	4	5
Кастусь	UA0602217	0,94	0,74	0,84
Ярослава	UA0602691	1,08	1,14	1,11
Бард	UA0602470	1,12	0,80	0,96
Сибирский	UA0602722	1,03	1,29	1,16
Цекад 22	UA0602518	0,99	1,29	1,14
Сирс 57	UA0602517	0,90	1,29	1,10
Salto	UA0602726	1,03	1,13	1,08
Цекад 90	UA0602066	0,99	1,18	1,09
Торнадо	UA0602334	0,99	1,29	1,14
Союз	UA0601937	1,03	1,29	1,16
Ураган	UA0600568	1,12	1,29	1,21
Стратег	UA0602718	1,08	1,05	1,07
Середнє	–	1,00	1,00	1,00
Min	–	0,73	0,55	0,80
Max	–	1,12	1,29	1,21
R	–	0,39	0,74	0,41

Дослідження стійкості різних за еколого-географічним походженням зразків тритикале озимого до збудників борошнистої роси та бурої іржі дозволило оцінити рівень їхньої сприйнятливості та виділити стійкі зразки для їх використання в подальших селекційних програмах. Аналіз проводився на основі визначення індексу стійкості (I) до кожного збудника окремо, а також індексу комплексної стійкості (ІКС), який узагальнює резистентність рослин.

Оскільки результати досліджень охоплюють три роки, вони відображають реакцію сортів у різних кліматичних умовах. Відомо, що розвиток грибкових захворювань, таких як борошниста роса та бура іржа, значною мірою залежить від погодних факторів, зокрема рівня вологості, температурного режиму та кількості опадів.

За даними С. В. Ретьман найбільш інтенсивний розвиток збудників борошнистої роси проходить у суху й спекотну погоду за температури 25–30 °С через відсутність опадів. Втрата тургору та в'янення рослин у цей час знижує їхню стійкість до збудника хвороби [8].

За результатами проведених досліджень (2022–2024 рр.) серед досліджених зразків тритикале озимого не зафіксовано сильно сприйнятливих сортів до збудників борошнистої роси, що свідчить про їхню загальну високу резистентність. За роками досліджень індекс стійкості знаходився в межах від 0,73 до 1,16. Найвищий рівень стійкості (I = 1,12) визначено в зразків – Богодарське, НТН 1933, НТН 3476, Павлодарський, Аліко, Бард та Ураган, що свідчить про їхню здатність зберігати стійкість навіть за несприятливих погодних умов без значних уражень.

Бура іржа значно активніше розвивається у роки з теплою і вологою весною та початком літа. Якщо весна суха, то поширення даного збудника незначне, проте в дощові періоди відзначалося масове ураження рослин. Це пояснює варіабельність стійкості серед зразків – деякі сорти, що демонстрували високу резистентність у посушливі роки, могли виявитися менш стійкими у вологі періоди. Найвищий рівень толерантності до бурої іржі (I = 1,29) продемонстрували Сибирский, Цекад 22, Сирс 57, Торнадо, Союз та Ураган. Водночас найнижчі

показники стійкості (0,55) зафіксовані у зразків NTH 1933 та NTH 3476, що вказує на їхню високу сприйнятливості до збудників бурої іржі.

Результати досліджень свідчать, що серед представлених зразків є генотипи з підвищеною стійкістю до комплексу хвороб. Високі значення індексу комплексної стійкості (ІКС = 1,21–1,13) відмічені у зразків – Ураган, Сибирський, Союз, Торнадо, Цекад 22, Богодарське. Виділені зразки тритикале озимого включені в селекційний процес на створення сортів з підвищеною стійкістю до визначених збудників хвороб.

Отримані дані підтверджують, що стійкість рослин тритикале озимого до грибкових захворювань є комплексною характеристикою, яка залежить не лише від генетичних особливостей сорту, а й від погодних умов. Проте значні коливання між окремими генотипами свідчать про необхідність подальших досліджень у різних агрокліматичних зонах для кращого розуміння їхньої реакції на зміну погодних факторів. Особливої уваги потребують сорти, які виявилися чутливими до бурої іржі. Водночас зразки з високими показниками комплексної стійкості, такі як Ураган, Сибирський, Союз, Торнадо та Цекад 22 та Богодарське необхідно використовувати в селекційних програмах на підвищену стійкість.

Висновки. За результатами досліджень визначено, що розвиток

борошнистої роси найбільш інтенсивний у прохолодну та вологу весняну погоду. Однак серед досліджених зразків не зафіксовано сильно сприйнятливих сортів, що свідчить про загальну високу резистентність колекційних зразків тритикале озимого. Виділено зразки з високим рівнем стійкості (І = 1,12) – Богодарське, NTH 1933, NTH 3476, Павлодарський, Aliko, Бард та Ураган.

Інтенсивність розвитку бурої іржі значною мірою залежала від погодних умов. У роки з вологою та теплою весною відзначалося масове ураження рослин, тоді як у посушливі періоди хвороба поширювалася менш активно. Найвищий рівень стійкості до бурої іржі (І = 1,29) виявлено у зразків – Сибирський, Цекад 22, Сирс 57, Торнадо, Союз та Ураган. Водночас зразки NTH 1933 та NTH 3476 виявилися найбільш сприйнятливими (І = 0,55).

Визначено зразки з високим рівнем комплексної стійкості до збудників борошнистої роси та бурої іржі. Найвищі значення індексу (ІКС = 1,21–1,13) визначено в Ураган, Сибирський, Союз, Торнадо, Цекад 22 та Богодарське. Виявлені стійкі генотипи рекомендовано для використання в селекційних програмах з метою створення сортів тритикале озимого з підвищеною резистентністю до борошнистої роси та бурої іржі.

Список використаної літератури

1. Біловус Г. Я. Оцінка сортозразків ячменю озимого за стійкістю до збудників листових хвороб та урожайністю. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 3 (828). С. 20–27. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202203-03>.
2. Безноско І. В., Дем'янюк О. С., Мостов'як І. І. Фітопатогенний контроль збудників основних видів хвороб зернових колосових культур грибної етіології. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*. 2023. № 54. С. 7–12. <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2023.54.7-12>.
3. Імунологічна характеристика сортів пшениці озимої до основних збудників хвороб в зоні Правобережного Лісостепу / Л. М. Голосна та ін. *Фактори експериментальної еволюції організмів*.

References

1. Bilovus H. Ya. Evaluation of winter barley cultivars for resistance to leaf disease pathogens and yield. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2022. 3 (828). P. 20–27. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202203-03>.
2. Beznosko I. V., Demianiuk O. S., Mostoviak I. I. Phytopathogenic control of pathogens of the main types of diseases of grain crops of fungal etiology. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriiia «Biolohtia»*. 2023. No. 54. P. 7–12. <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2023.54.7-12>.
3. Immunological characteristics of winter wheat varieties to the main pathogens in the Right-Bank Forest-Steppe zone / L. M. Holosna et al. *Faktry eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv*. 2021. Vol.29. P. 74–81. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v29.1410>.

2021. Т. 29. С. 74–81. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v29.1410>.

4. Ключевич М. М., Волощук С. І. Стійкість зразків тритикале озимого до бурої листової іржі в умовах центрального лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 18. С. 22–31. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/8307>.

5. Круть М. Інноваційні розробки з наукового забезпечення селекції рослин на стійкість до хвороб та шкідників. *Grail of Science*. 2022. 18–19. 128–134. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.26.08.2022.21>.

6. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб : підручник / С. О. Трибель та ін. ; за ред. д-ра с.-г. наук, проф. С. О. Трибеля. К. : Колообіг, 2010. 392 с.

7. Мостов'як І. І. Вплив гідротермічних чинників на поширення і розвиток хвороб в агроценозі зернових культур Правобережного Лісостепу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. 103–108. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-103-108.

8. Ретьман С. В. Фітопатогенний комплекс озимої пшениці в Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2008. № 4. С. 5–8.

9. Саблук В., Кононюк Н., Свідельська Н. Моніторинг ураженості озимих зернових культур хворобами. *Біоенергетика*. 2024. № 2 (24). 32–34.

10. Сич З. Д. Властивості коефіцієнтів стабільності ознак и урожайності у динамічних рядах різної тривалості. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2005. № 2. С. 5–21. http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2005_2_3.

11. Чуприна Ю. Ю.; Головань Л. В.; Клименко І. В. Екологічна оцінка зразків пшениці ярої за стійкістю до листових грибних хвороб в умовах лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. 116. С. 192–202. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.29>.

12. Ярош А. В., Рябчун В. К., Четверик О. О. Урожайність та стійкість до листових хвороб сучасних сортів озимої м'якої пшениці в умовах лімітуючого впливу біотичних чинників. *Генетичні ресурси рослин*. 2020. № 27. С. 11–25. <http://genres.com.ua/assets/files/27/3.pdf>.

13. Assessing new SSR markers for utility and informativeness in genetic studies of brown rust fungi on wheat, triticale, and rye / G. Czajowski et al. *Plant Pathol.* 2021. 70. 1110–1122. <https://doi.org/10.1111/ppa.13347>.

14. Bilovus G. Ya. Influence of meteorological conditions and varietal peculiarities on development of fungal diseases winter wheat. *Balanced nature management*. 2016. No. 1. P. 76–80. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2016_1_17.

15. Biotic stresses in the anthropogenic hybrid triticale (*×Triticosecale Wittmack*): current knowledge and breeding challenges / K. Audenaert et al. *European journal of plant pathology*. 2014. 140. 615–630. <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0498-2>.

4. Kliuchevych M. M., Voloshchuk S. I. Resistance of winter triticale samples to brown leaf rust in the conditions of the central Forest-Steppe of Ukraine. *Henetychni resursy roslyn*. 2016. No. 18. P. 22–31. ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/8307.

5. Krut M. Innovative developments in the scientific support of plant breeding for resistance to diseases and pests. *Grail of Science*. 2022. 18–19. 128–134. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.26.08.2022.21>.

6. Methodology for assessing the resistance of wheat varieties to pests and pathogens: textbook / S. O. Trybel et al. ; za red. d-ra s.-h. nauk, prof. S. O. Trybelia. K. : Koloobih, 2010. 392 p.

7. Mostoviak I. I. The influence of hydrothermal factors on the spread and development of diseases in the agroecosis of grain crops of the Right-Bank Forest-Steppe. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2020. No. 1. 103–108. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-1-103-108.

8. Retman C. V. Phytopathogenic complex of winter wheat in the Forest-Steppe of Ukraine. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2008. No. 4. P. 5–8.

9. Sabluk V., Kononiuk N., Svidelska N. Monitoring the incidence of winter grain crops with diseases. *Bioenerhetyka*. 2024. No. 2 (24). 32–34.

10. Sych Z. D. Property of stability coefficients of a trait and yield in time series of different durations. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2005. No. 2. P. 5–21. http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2005_2_3.

11. Chupryna Yu. Yu.; Holovan L. V.; Klymenko I. V. Ecological assessment of spring wheat samples for resistance to leaf fungal diseases in the forest-steppe conditions of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2021. 116. P. 192–202. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.29>.

12. Yarosh A. V., Riabchun V. K., Chetvoryk O. O. Yield and resistance to leaf diseases of modern varieties of winter soft wheat under the limiting influence of biotic factors. *Henetychni resursy roslyn*. 2020. No. 27. P. 11–25. <http://genres.com.ua/assets/files/27/3.pdf>.

13. Assessing new SSR markers for utility and informativeness in genetic studies of brown rust fungi on wheat, triticale, and rye / G. Czajowski et al. *Plant Pathol.* 2021. 70. 1110–1122. <https://doi.org/10.1111/ppa.13347>.

14. Bilovus G. Ya. Influence of meteorological conditions and varietal peculiarities on development of fungal diseases winter wheat. *Balanced nature management*. 2016. No. 1. P. 76–80. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2016_1_17.

15. Biotic stresses in the anthropogenic hybrid triticale (*×Triticosecale Wittmack*): current knowledge and breeding challenges / K. Audenaert et al. *European journal of plant pathology*. 2014. 140. 615–630. <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0498-2>.

16. Creation of the initial breeding material of soft winter wheat with a complex of economically valuable traits / L. A. Murashko et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. 18 (2). 110–117. doi.org/10.21498/2518-1017.18.2.2022.265178.

17. Development and identification of two novel wheat-rye 6R derivative lines with adult-plant resistance to powdery mildew and high-yielding potential / G. Han et al. *The Crop Journal*. Vol. 12. Issue 1. 2024. 308–313. https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.09.003.

18. Development of triticale×wheat prebreeding germplasm with loci for slow-rusting resistance / R. Skowrońska et al. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. 447. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00447.

19. Genetic diversity analysis of barley landraces and cultivars in the Shanghai region of China / Z.-W. Chen et al. *Genetics and Molecular Research*. 2012. V. 11. P. 644–650. https://doi.org/10.4238/2012.

20. Investigation of 2,4-Dihydroxylaryl-Substituted Heterocycles as Inhibitors of the Growth and Development of Biotrophic Fungal Pathogens Associated with the Most Common Cereal Diseases / K. Rząd et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2024. 25 (15), 8262; https://doi.org/10.3390/ijms25158262.

21. Kociuba W., Kramek A. Variability of yield traits and disease resistance in winter triticale genetic resources accessions. *Acta agrobotanica*. 2014. Vol. 67 (2), 2014: 67–76. https://doi.org/10.5586/aa.2014.027.

22. Long-term and rapidevolution in powdery mildew fung / S. Kusch et al. *Molecular Ecology*. 2024. 33. 1–22. https://doi.org/10.1111/mec.16909.

23. Long-term breeding progress of yield, yield-related, and disease resistance traits in five cereal crops of German variety trials / F. Laidig et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2021. 134. 3805–3827. https://doi.org/10.1007/s00122-021-03929-5.

24. Molecular identification of slow rusting resistance Lr46/Yr29 gene locus in selected triticale (×*Triticosecale Wittmack*) cultivars / R. Skowrońska et al. *Journal of Applied Genetics*. 2020. 61 (3). 359–366. https://doi.org/10.1007/s13353-020-00562-8.

25. Pathogenic and genetic diversity of *Puccinia triticina* from triticale in Poland between 2012 and 2015 / G. Czajowski et al. *Plant Pathology*. 2021. 70. 2148–2164. https://doi.org/10.1111/ppa.13450.

26. Phytosanitary diseases' monitoring of breeding crops of winter cereals and limitation of their harmfulness / I. O. Shchuklina et al. International Scientific-Practical Conference “*Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking*” (MTSITVW2022). BIO Web of Conferences. 2022. 53, 04006. P. 1–6. https://doi.org/10.1051/bioconf/20225304006.

27. Quantitative-genetic evaluation of resistances to five fungal diseases in a large triticale diversity panel (×*Triticosecale*) / T. Miedaner et al. *Crops*. 2022. 2 (3). 218–232. https://doi.org/10.3390/crops2030016.

28. Rapid Turnover of Effectors in Grass Powdery Mildew (*Blumeria graminis*) / F. Menardo et al. *BMC Evol. Biol.* 2017. 17. 223.

16. Creation of the initial breeding material of soft winter wheat with a complex of economically valuable traits / L. A. Murashko et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. 18 (2). 110–117. doi.org/10.21498/2518-1017.18.2.2022.265178.

17. Development and identification of two novel wheat-rye 6R derivative lines with adult-plant resistance to powdery mildew and high-yielding potential / G. Han et al. *The Crop Journal*. Vol. 12. Issue 1. 2024. 308–313. https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.09.003.

18. Development of triticale×wheat prebreeding germplasm with loci for slow-rusting resistance / R. Skowrońska et al. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. 447. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00447.

19. Genetic diversity analysis of barley landraces and cultivars in the Shanghai region of China / Z.-W. Chen et al. *Genetics and Molecular Research*. 2012. V. 11. P. 644–650. https://doi.org/10.4238/2012.

20. Investigation of 2,4-Dihydroxylaryl-Substituted Heterocycles as Inhibitors of the Growth and Development of Biotrophic Fungal Pathogens Associated with the Most Common Cereal Diseases / K. Rząd et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2024. 25 (15), 8262; https://doi.org/10.3390/ijms25158262.

21. Kociuba W., Kramek A. Variability of yield traits and disease resistance in winter triticale genetic resources accessions. *Acta agrobotanica*. 2014. Vol. 67 (2), 2014: 67–76. https://doi.org/10.5586/aa.2014.027.

22. Long-term and rapidevolution in powdery mildew fung / S. Kusch et al. *Molecular Ecology*. 2024. 33. 1–22. https://doi.org/10.1111/mec.16909.

23. Long-term breeding progress of yield, yield-related, and disease resistance traits in five cereal crops of German variety trials / F. Laidig et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2021. 134. 3805–3827. https://doi.org/10.1007/s00122-021-03929-5.

24. Molecular identification of slow rusting resistance Lr46/Yr29 gene locus in selected triticale (×*Triticosecale Wittmack*) cultivars / R. Skowrońska et al. *Journal of Applied Genetics*. 2020. 61 (3). 359–366. https://doi.org/10.1007/s13353-020-00562-8.

25. Pathogenic and genetic diversity of *Puccinia triticina* from triticale in Poland between 2012 and 2015 / G. Czajowski et al. *Plant Pathology*. 2021. 70. 2148–2164. https://doi.org/10.1111/ppa.13450.

26. Phytosanitary diseases' monitoring of breeding crops of winter cereals and limitation of their harmfulness / I. O. Shchuklina et al. International Scientific-Practical Conference “*Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking*” (MTSITVW2022). BIO Web of Conferences. 2022. 53, 04006. P. 1–6. https://doi.org/10.1051/bioconf/20225304006.

27. Quantitative-genetic evaluation of resistances to five fungal diseases in a large triticale diversity panel (×*Triticosecale*) / T. Miedaner et al.

<https://bmcecolevol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12862-017-1064-2>.

29. Yield reduction due to diseases and lodging and impact of input intensity on yield in variety trials in five cereal crops / F. Laidig et al. *Euphytica*. 2022. 218: 150. P. 1–29. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03094-w>.

Crops. 2022. 2 (3). 218–232. <https://doi.org/10.3390/crops2030016>.

28. Rapid Turnover of Effectors in Grass Powdery Mildew (*Blumeria graminis*) / F. Menardo et al. *BMC Evol. Biol.* 2017. 17. 223. <https://bmcecolevol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12862-017-1064-2>.

29. Yield reduction due to diseases and lodging and impact of input intensity on yield in variety trials in five cereal crops / F. Laidig et al. *Euphytica*. 2022. 218: 150. P. 1–29. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03094-w>.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-13

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.32/.38:663.127:636.084

**МЕТАБОЛІЧНА АКТИВНІСТЬ МІКРОБІОТИ РУБЦЯ
ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ МОЛОДНЯКА ОВЕЦЬ
ЗА АЛІМЕНТАРНОЇ ДІЇ ДРІЖДЖОВИХ БІОДОБАВОК****С. О. Вовк, Г. М. Седіло, М. А. Петришин, І. В. Польовий, О. В. Бальковський**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Стах ВОВК,
доктор біологічних наук, професор
ORCID: 0000-0002-1439-5483

Григорій СЕДІЛО,
доктор сільськогосподарських наук,
академік НААН України
ORCID: 0000-0002-3314-337X

Мирон ПЕТРИШИН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Іван ПОЛЬОВИЙ,
доктор філософії
ORCID: 0000-0001-6643-7158

Олег БАЛЬКОВСЬКИЙ,
аспірант
ORCID: 0009-0003-9368-9539

Для листування:

Стах ВОВК
e-mail: vovkstah@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

28 березня 2025 р.

Погоджено до друку:

13 травня 2025 р.

У статті наведено результати наукових досліджень із встановлення аліментарної дії про- і пребіотичних препаратів вітчизняного виробництва, виготовлених на основі хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, на метаболічну активність мікробіоти рубця та інтенсивність росту відгодівельного молодняка овець. Експериментальні дослідження проведено в умовах вівцеферми ДП«ДГ «Грусятичі» Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (зона передгір'я Карпат) у двох дослідах на баранчиках 1–2 місячного віку в стійловий період (лютий-березень) та баранчиках 7–8-місячного віку у пасовищний період вирощування (серпень-вересень) асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною. У результаті досліджень встановлено, що вітчизняні біодобавки виробництва «Компанія Ензим» (м. Львів), пробіотичний препарат «Ензимактив» (ЕА), та пребіотичний препарат «Інактивовані сухі глютатіонові дріжджі» (ІСГД), виготовлені на основі хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, додані в означених дозах до складу комбікормів для годівлі баранчиків у стійловий і пасовищний періоди їх вирощування активують розмноження та життєдіяльність рубцевих мікроорганізмів, стимулюють їх протеїнсинтезуючу активність, а також підвищують інтенсивність росту тварин. Виходячи із метаболічної і продуктивної дії найбільш оптимальним варіантом для баранчиків 1–2-місячного віку в стійловий період вирощування є введення до складу комбікорму їхньої годівлі суміші пробіотика ЕА у дозі 0,4 % та пребіотика ІСГД у дозі 1,0 % від його маси, а для баранчиків 7–8 місячного віку у пасовищний період є використання у концкормі суміші пробіотика ЕА дозі 0,8% і пребіотика ІСГД у дозі 1,4 % від його маси.

Ключові слова: відгодівельні баранчики, годівля, дріжджові про- і пребіотики, мікробіота рубця, інтенсивність росту тварин.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Вовк С. О., Седіло Г. М., Петришин М. А., Польовий І. В., Бальковський О. В., 2025

Metabolic activity of rumen microbiota and growth intensity of young sheep under the dietary influence of yeast supplements

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Stakh VOVK
ORCID: 0000-0003-2545-5231

Hryhorii SEILO
ORCID: 0000-0002-3314-337X

Myron PETRYSHYN
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Ivan POLOVYI
ORCID: 0000-0001-6643-7158

Oleh BALKOVSKIY
ORCID: 0009-0003-9368-9539

For corresponding:

Stakh VOVK
e-mail: vovkstah@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
March 28, 2025
Accepted:
May 13, 2025

The article presents the results of scientific research on the dietary effects of domestic probiotic and prebiotic preparations, based on baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae*, on the metabolic activity of rumen microbiota and the growth intensity of fattening young sheep. Experimental studies were conducted at the sheep farm of the State Enterprise Research Farm "Hrusiatychi" (pre-Carpathian zone) of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS of Ukraine. These studies involved two experiments: one with 1–2-month-old lambs during the stall period (February–March) and another with 7–8-month-old lambs during the pasture period (August–September), focusing on the Askanian meat-and-wool breed of sheep with crossbred wool. The research revealed that domestic biosupplements produced by the "Enzym" company (Lviv), probiotic "Enzymactive" (EA), and prebiotic "Inactivated Dry Glutathione Yeast" (IDGY), made from baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae*, when added to compound feed in specified doses as part of compound feeds for feeding lambs during the stall and pasture periods of their growth, activate the reproduction and activity of rumen microorganisms, stimulate their protein-synthesizing activity and enhance the growth intensity of animals. Based on metabolic and productive effects, the optimal supplementation for 1–2-month-old lambs in the stall period was a mixture of 0.4 % EA and 1.0 % IDGY of the compound feed's mass. For 7–8-month-old lambs during the pasture period, the best results were achieved with 0.8 % EA and 1.4 % IDGY supplementation.

Keywords: fattening lambs, feeding, yeast probiotics and prebiotics, rumen microbiota, growth intensity of animals.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Наукові дослідження останніх років переконливо свідчать, що використання дріжджових біодобавок у раціонах годівлі жуйних тварин, як альтернативи кормовим антибіотикам, оптимізує кількісний і якісний склад симбіотичної мікробіоти та кислотність середовища рубця [1, 5, 7, 9, 23, 36], стимулює розмноження мікроорганізмів рубця [14–17, 28], активізує їх метаболічну активність [1, 6, 14, 16] та життєдіяльність [23, 37]. Низкою наукових праць також встановлено, що застосування пробіотичних, пребіотичних та симбіотичних кормових біодобавок, виготовлених на основі мікроскопічних

дріжджових грибів у раціонах годівлі різних вікових груп великої рогатої худоби, овець та кіз, підвищує їх молочну [7, 11, 12, 20, 21, 33, 37], м'ясну [7, 18, 26, 27, 39] та вовнову [24, 29–31, 35] продуктивність. Найпоширенішими біодобавками, що використовуються останніми роками в практиці годівлі жуйних тварин є про- та пребіотичні препарати, виготовлені на основі хлібопекарських дріжджів [18, 27, 33, 35, 38].

Регіональний та вітчизняний ринок дріжджових біодобавок та їх асортимент для жуйних постійно збільшується [25–28, 38]. Слід підкреслити, що саме українською «Компанією Ензим» (м. Львів)

наразі налагоджено виробництво низки кормових біодобавок на основі хлібопекарських дріжджів, проте їх метаболічна та продуктивна дія при згодовуванні різним статеві-віковим та продуктивним групам жуйних тварин, у тому числі вівцям, залишається нез'ясованою.

Слід наголосити на тому, що перехід на широкомасштабне світове виробництво штучних, синтетичних волокон і тканин для текстильної промисловості в останні десятиліття призвів до різкого зниження попиту на овечу вовну, внаслідок чого як у країнах з традиційно розвиненим вовняним напрямом, так і у нашій країні відбулась переорієнтація галузі вівчарства на м'ясний і молочний вектори продуктивності [3, 8, 10, 19, 32]. Важливо зауважити, що в останні роки попит на високоякісну ягнятину і баранину на світовому і вітчизняному ринках постійно зростає [8, 19, 32]. Тому інтенсифікація і вдосконалення технології виробництва баранини у нашій країні в цілому, і зокрема, у її Карпатському регіоні для якого вівчарство було і залишається важливою галуззю тваринництва становить значний науковий і економічний інтерес.

Виходячи із наведеного вище метою наших досліджень було встановлення впливу оптимальних кількостей дріжджових про- і пребіотичних препаратів вітчизняного виробництва у раціонах годівлі на метаболічну активність мікробіоти рубця та продуктивні якості відгодівельних баранчиків, оскільки на даний час у доступній літературі даних такого плану нами не виявлено.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на базі вівцеферми ДП ДГ «Грусятічі» (с. Грусятічі Жидачівського району Львівської області) та у відділі дрібного тваринництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у двох експериментальних дослідах на баранчиках 1–2-місячного віку в стійловий період (лютий-березень) та баранчиках 7–8 місячного віку у пасовищний період (серпень-вересень) асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною. У кожному із проведених дослідів було сформовано 4 групи тварин-аналогів по п'ять голів у кожній (контрольну і три дослідні) за схемою, наведеною у таблиці 1.

1. Схема проведення дослідів на баранчиках

Група баранчиків	Кількість тварин у групі, гол.	Склад добового раціону
Баранчики 1–2-місячного віку (стійловий період)		
Контрольна	5	Основний раціон (ОР) без добавок
1 дослідна	5	ОР + 0,4 % ЕА від маси комбікорму
2 дослідна	5	ОР + 1,0 % ІСГД від маси комбікорму
3 дослідна	5	ОР + 0,4 % ЕА + 1,0 % ІСГД від маси комбікорму
Баранчики 7–8-місячного віку (пасовищний період)		
Контрольна	5	Основний раціон (ОР) без добавок
1 дослідна	5	ОР + 0,8 % ЕА від маси комбікорму
2 дослідна	5	ОР + 1,4 % ІСГД від маси комбікорму
3 дослідна	5	ОР + 0,8 % ЕА + 1,4 % ІСГД від маси комбікорму

Піддослідні баранчики у стійловий і пасовищний періоди отримували підгодівлю комбікормом К 83-19-89 згідно з нормами. Тварини упродовж дослідного періоду мали вільний доступ до питної

води. Баранчики контрольної групи не отримували біодобавок у складі комбікорму, а тваринам дослідних груп згодовували у складі комбікорму пробіотик Ензимактив (ЕА) і пребіотик Інактивовані

сухі глютаціонові дріжджі (ІСГД) у дозах наведених у таблиці 1.

По завершенні періоду досліду від 3-х тварин кожної із груп відбирали вміст рубця із його фундальної частини після ранкової годівлі за допомогою ротостравохідного зонду для овець і кіз з метою проведення біохімічних та мікробіологічних досліджень.

У свіжоотриманій рубцевій рідині визначали: кислотність, вміст загального, залишкового і білкового азоту та амілолітичну, протеолітичну та целюлозолітичну ферментативну активність мікробіоти за методиками, описаними у довіднику “Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині” [2].

З метою оцінки інтенсивності росту баранчиків проводили щомісячне їхнє

зважування, встановлюючи при цьому абсолютні та середньодобові прирости живої маси.

Отримані цифрові дані опрацьовували статистично з використанням стандартної комп’ютерної програми Microsoft Excel [4].

Результати та обговорення. Подані у таблиці 2 дані вказують на те, що введення добавок пробіотика ЕА і пребіотика ІСГД та їхнього сумісного використання у досліджуваних кількостях у складі комбікорму 30-60 добових відгодівельних баранчиків у зимово-стійловий період практично не виявляє впливу на зміни кислотності рубцевого середовища. Зокрема, рН рубцевої рідини у піддослідних тварин усіх груп знаходилась у межах фізіологічних норм і становило відповідно 6,29–6,45 (табл. 2).

2. Показники кислотності та вмісту нітрогенних інгредієнтів у рубцевій рідині піддослідних баранчиків ($M \pm m$, $n=5$)

Групи тварин	Показники			
	рН	загальний нітроген, мг %	залишковий нітроген, мг %	білковий нітроген, мг %
1–2-місячні баранчики				
Контрольна	6,41±0,91	131,35±3,76	35,92±3,11	64,17±1,85
1 дослідна	6,33±0,25	144,28±4,52	36,27±2,44	65,29±2,17
2 дослідна	6,29±0,43	149,15±3,98	34,29±1,97	65,43±3,25
3 дослідна	6,45±0,39	150,24±5,86*	41,86±3,02*	72,33±2,49*
7–8-місячні баранчики				
Контрольна	6,81±0,43	163,47±9,35	42,81±4,23	67,25±7,21
1 дослідна	6,75±0,51	172,23±8,11	41,25±5,17	68,11±5,44
2 дослідна	6,69±0,63	185,17±7,54*	45,19±3,65	69,33±6,12
3 дослідна	6,73±0,39	189,48±8,46*	47,55±4,19*	74,56±8,53*

Примітка: У цій та наступних таблицях: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001 щодо контролю.

Результатами досліджень встановлено, що використання у складі комбікорму для піддослідних баранчиків про- і пребіотичних добавок та їх суміші виявляє виражений дозозалежний вплив на такі важливі біохімічні та мікробіологічні інгредієнти рубцевого травлення як вміст загального, залишкового й білкового нітрогену та ферментативну активність мікробіоти у рубцевому середовищі (табл. 2, 3).

Зокрема показано (табл. 2), що введення добавок пробіотика ЕА і пребіотика ІСГД окремо та їх суміші у досліджуваних дозах до концентрованих кормів підвищує рівень загального азоту в рубцевій рідині баранчиків 1–2-місячного віку щодо тварин контрольної групи на 9,9–14,5 %; залишкового – на 1,1–1,7 %; білкового – на 1,7–2,8 % (P<0,05).

Що стосується тварин 7–8 місячного віку (табл. 2), проведеними дослідженнями встановлено, що використання у складі

комбікорму годівлі за умов пасовищного утримання вказаних дріжджових біодобавок в означених дозах виявляє неістотний вплив на зміни рН рубцевого середовища. Активна кислотність рубцевої рідини у тварин контрольної й дослідних груп знаходилась у межах фізіологічних норм і становила 6,69–6,81. Разом з тим показано, що згодовування баранчикам про- і пребіотичних кормових добавок у досліджуваних кількостях підвищує

продукцію мікробіотою рубця загально нітрогену на 5,5–16,0 %; залишкового нітрогену – на 4,7–11,6 %; білкового нітрогену – на 1,5–11,9 % ($P < 0,05$).

Дані, наведені у таблиці 3 свідчать про заохочувальний вплив аліментарного використання означених дріжджових біодобавок на ферментативну активність симбіотичних мікроорганізмів рубцевого середовища у баранчиків у стійловий і пасовищний періоди їх вирощування.

3. Ферментативна активність мікробіоти рубця піддослідних баранчиків ($M \pm m$, $n=5$)

Групи тварин	Показники		
	Амілолітична активність, ум. од.	Протеолітична активність, мікроекв. тирозину мг/хв.	Целюлозолітична активність, %
1–2-місячні баранчики			
Контрольна	0,63±0,05	1,26±0,29	14,31±2,07
1 дослідна	0,74±0,04	1,32±0,17	15,64±3,36
2 дослідна	0,69±0,07	1,29±0,32	14,95±2,76
3 дослідна	0,95±0,06*	1,19±0,25	16,71±3,12*
7–8-місячні баранчики			
Контрольна	0,57±0,01	1,25±0,35	15,47±3,12
1 дослідна	0,63±0,03	1,31±0,13	16,23±2,17
2 дослідна	0,69±0,05	1,27±0,23	17,61±4,05
3 дослідна	0,74±0,02	1,53±0,41*	19,17±3,87*

Зокрема, введення до складу комбікорму баранчиків 30–60-добового віку у стійловий період утримання пробіотика ЕА та пребіотика ІСГД у досліджуваних дозах та їх сумісного використання, порівняно до тварин контрольної групи, підвищує амілолітичну активність рубцевої мікробіоти в 1,2–1,5 рази; протеолітичну – в 1,1 рази; целюлозолітичну – в 1,1–1,2 рази ($P < 0,05$).

Дані цієї таблиці вказують на те, що введення до складу комбікорму тварин 7–8-

місячного віку при пасовищному утриманні про- і пребіотичних біодобавок, порівняно до тварин також істотно стимулює амілолітичну, протеолітичну та целюлозолітичну ферментативну активність рубцевої мікробіоти ($P < 0,05$).

Результати щодо продуктивної дії використання у складі комбікормів для баранчиків 1-2-місячного віку у стійловий період дріжджових біодобавок наведено у таблиці 4.

4. Показники інтенсивності росту піддослідних баранчиків 1–2 місячного віку ($M \pm m$, $n=5$)

Група	Показники			
	жива маса, кг		прирости живої маси, кг	
	30 діб	60 діб	абсолютний	середньодобовий
Контрольна	11,5±0,83	17,6±1,21	6,1±0,35	0,21±0,05
1 дослідна	11,7±0,64	18,4±2,35	6,7±0,42	0,23±0,07
2 дослідна	11,4±0,77	17,9±1,93	6,5±0,29	0,22±0,04
3 дослідна	11,2±1,05	19,6±2,05*	8,4±0,53*	0,28±0,09*

Дані таблиці 4 вказують на те, що застосування добавок пробіотика ЕА і пребіотика ІСГД у досліджуваних кількостях як окремо, так і сумарно у складі комбікормів для відгодівельних баранчиків, порівняно до тварин, які їх не отримували, підвищує у них валові і

середньодобові прирости живої маси за період досліду на 0,5–11,4 % ($P < 0,05$).

У таблиці 5 наведено результати продуктивної дії аліментарного використання кормових дріжджових добавок у баранчиків 7–8-місячного віку за умов пасовищного утримання.

5. Показники інтенсивності росту 7–8-місячних баранчиків ($M \pm m$, $n=5$)

Група	Показники			
	Жива маса, кг		Прирости живої маси, кг	
	7 місяців	8 місяців	абсолютний	середньодобовий
Контрольна	35,0±0,49	43,0±0,63	8,0±0,75	0,270±0,03*
1 дослідна	35,4±0,46	46,0±0,57**	10,6±0,92	0,350±0,03
2 дослідна	35,4±0,67	45,6±0,46**	10,2±0,44*	0,340±0,15*
3 дослідна	35,2±0,52	47,0±0,28***	11,8±0,77**	0,390±0,26**

Дані таблиці 5 свідчать про те, що введення до складу комбікорму тварин 7–8-місячного віку дріжджових біодобавок у досліджуваних дозах у пасовищний період вирощування на 7,0–9,3 % підвищує прирости їхньої живої маси ($P < 0,01$ – $0,001$) та в 1,2–1,5 рази – абсолютні і середньодобові прирости ($P < 0,05$ – $0,01$).

Підводячи підсумок одержаних результатів необхідно зазначити, що вітчизняні препарати виробництва фірми “Ензим” (м. Львів), пробіотик “Ензимактив” (ЕА) та пребіотик “Інактивовані сухі глютаціонові дріжджі” (ІСГД), виготовлені на основі хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, додані у досліджуваних дозах до складу комбікормів для відгодівельних

баранчиків у стійловий і пасовищний періоди їх вирощування як окремо, так і у вигляді суміші стимулюють ферментативну і протеїнсинтезуючу активність мікробіоти рубця та підвищують інтенсивність росту і розвитку тварин.

Висновки. Виходячи із метаболічної і продуктивної дії найбільш оптимальним варіантом для баранчиків 1–2-місячного віку у стійловий період утримання є введення до складу комбікорму суміші пробіотика ЕА у дозі 0,4 % і пребіотика ІСГД у дозі 1,0 % від його маси, а для баранчиків 7–8-місячного віку у пасовищний період є використання суміші пробіотика ЕА у дозі 0,8 % і пребіотика ІСГД у дозі 1,4 % від його маси.

Список використаної літератури

1. Вовк С. О., Польовий І. В. Науково-практичні аспекти використання пребіотиків у годівлі жуйних тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького*. 2020. Т. 22, № 92. С. 9–14.
2. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / В. В. Влізла та ін.; за ред. В. В. Влізла. Львів: Сполом, 2012. 764 с.
3. Науково-практичні аспекти розвитку дрібного тваринництва у Карпатському регіоні: монографія / С. О. Вовк та ін.; за ред. Г. М. Седіла. Оброшине, 2023. 186 с.

References

1. Vovk S. O., Polovyi I. V. Scientific and practical aspects of the use of prebiotics in feeding ruminants. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2020. Vol. 22, No. 92. P. 9–14.
2. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: a reference book / V. V. Vlizlo et al.; za red. V. V. Vlizla. Lviv: Spolom, 2012. 764 p.
3. Scientific and practical aspects of the development of small livestock farming in the Carpathian region: monograph / S. O. Vovk et al.; za red. H. M. Sedila. Obroshyne, 2023. 186 p.

4. Петровська І., Салига Ю., Вудмаска І. Статистичні методи в біологічних дослідженнях : навчально-методичний посібник. Київ, 2022. 172 с.
5. Поліщук А. А., Булавкіна Т. П. Сучасні кормові добавки у годівлі тварин і птиці. *Бюлетень Полтавської Державної Академії*. 2010. 2. С. 63–66.
6. Пробиотики у годівлі тварин і птиці / С. О. Вовк та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (1). 157–168. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/69%281%29/10.pdf>.
7. Пробиотичні препарати у тваринництві / М. О. Мазуренко та ін. Вінниця, 2011. 68 с.
8. Рациональне використання потенціалу розвитку тваринництва у Західному регіоні : монографія / Г. М. Седіло та ін. ; за ред. Г. М. Седіла. Оброшине, 2024. 241 с.
9. Решетніченко О., Орлов Л., Крюков В. Пробиотики в годівлі тварин. *Тваринництво України*. 2012. № 5. С. 25–29.
10. Рижих С. С. М'ясна продуктивність баранчиків різних генотипів. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Нова Каховка, 2018. Вип. 11. С. 45–54.
11. Ahlam R. A. Utilization of *Saccharomyce cerevisiae* supplementation for feeding goats in South Sinai. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*. 2011; 14 (2) : 169–181.
12. Bąkowski M., Kiczorowska B. Probiotic microorganisms and herbs in ruminant nutrition as natural modulators of health and production efficiency – a review. *Annals of Animal Science*. 2021. Vol. 21. Issue 1. 3–28. <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0081>.
13. Casper Calf starter containing a blend of essential oils and prebiotics affects the growth performance of Holstein calves / H. Liu et al. *J. Dairy Sci*. 2020. 103. 2315–2323. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16647>.
14. Effect of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on rumen fermentation and metabolic profile of dairy cows in early lactation / D. Kumprechtova et al. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)*. 2019. 103 P. 447–455. DOI:10.1111/jpn.13048.
15. Effects of *Saccharomyces Cerevisiae* Fermentation Products on the Microbial Community throughout the Gastrointestinal Tract of Calves / J. X. Xiao et al. *Animals*. 2019. 9 (1) : P. 4–15. DOI: 10.3390/ani9010004.
16. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* on nutrient digestibility, rumen fermentation and plasma biochemical parameters of Xiangzhong Black beef / L. Chen et al. *J. Anim. Nutr*. 2017. 29. P. 3359–3365.
17. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on growth performance, plasma metabolites and hormones, and rumen fermentation in Holstein calves during pre- and post-weaning periods / K. Takemura et al. *Anim. Sci. J*. 2020. 91 (1) :e13402–13412. DOI: 10.1111/asj.13402.
18. Graham M., Ronald Ross W., Collier J. Pre- and probiotic supplementation in ruminant livestock production. *Bioactive Foods in Health Promotion*. 2016. 2. 25–36. DOI: 10.1016/B978-0-12-802189-7.00002-2.
4. Petrovska I., Salyha Yu., Vudmaska I. Statistical methods in biological research: a teaching and methodological manual. Kyiv, 2022. 172 p.
5. Polishchuk A. A., Bulavkina T. P. Modern feed additives in animal and poultry feeding. *Biuletten Poltavskoi Derzhavnoi Akademii*. 2010. 2. P. 63–66.
6. Probiotics in animal and poultry feeding / S. O.Vovk et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2021. Issue 69. 157–168. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/69%281%29/10.pdf>.
7. Probiotics in animal husbandry / M. O. Mazurenko et al. Vinnytsia, 2011. 68 p.
8. Rational use of the potential for the development of livestock farming in the Western region : monograph / H. M. Sedilo et al. ; za red. H. M. Sedila. Obroshyne, 2024. 241 p.
9. Reshetnichenko O., Orlov L., Kriukov V. Probiotics in animal nutrition. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 2012. No. 5. P. 25–29.
10. Ryzhykh S. S. Meat productivity of lambs of different genotypes. *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova»*. 2018. Issue 11. P. 45–54. https://www.ascaniansc.in.ua/images/M_images/%20%2011%202018%20.pdf.
11. Ahlam R. A. Utilization of *Saccharomyce cerevisiae* supplementation for feeding goats in South Sinai. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*. 2011; 14 (2) : 169–181.
12. Bąkowski M., Kiczorowska B. Probiotic microorganisms and herbs in ruminant nutrition as natural modulators of health and production efficiency – a review. *Annals of Animal Science*. 2021. Vol. 21. Issue 1. 3–28. <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0081>.
13. Casper Calf starter containing a blend of essential oils and prebiotics affects the growth performance of Holstein calves / H. Liu et al. *J. Dairy Sci*. 2020. 103. 2315–2323. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16647>.
14. Effect of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on rumen fermentation and metabolic profile of dairy cows in early lactation / D. Kumprechtova et al. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)*. 2019. 103 P. 447–455. DOI:10.1111/jpn.13048.
15. Effects of *Saccharomyces Cerevisiae* Fermentation Products on the Microbial Community throughout the Gastrointestinal Tract of Calves / J. X. Xiao et al. *Animals*. 2019. 9 (1) : P. 4–15. DOI: 10.3390/ani9010004.
16. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* on nutrient digestibility, rumen fermentation and plasma biochemical parameters of Xiangzhong Black beef / L. Chen et al. *J. Anim. Nutr*. 2017. 29. P. 3359–3365.
17. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on growth performance, plasma metabolites and hormones, and rumen fermentation in Holstein calves during pre- and post-weaning periods / K. Takemura et al. *Anim. Sci. J*. 2020. 91 (1) :e13402–13412. DOI: 10.1111/asj.13402.

19. Increasing the meat productivity of young sheep based on the use of the gene pool of the Dorper and Hissar breeds / A. Ombayev et al. *Brazilian J. of Biol.* 2024. 83, e278807. DOI: 10.1590/1519-6984.278807.PMID;38422273.
20. Invited Review: Strategic use of microbial-based probiotics and prebiotics in dairy calf rearing / L. R. Cangiano et al. *Applied Animal Science*. Vol. 36, Issue 5. 2020. P. 630–651. <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02049>.
21. Leicester H. C., Robinson P. H., Erasmus L. J. Effects of two yeast based direct fed microbials on performance of high producing dairy cows. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 2016. Vol. 215. 58–72. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.003>.
22. Markowiak P., Śliżewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut pathogens*. 2018. 10. 2–20. DOI: 10.1186/s13099-018-0250-0.
23. Michalak M., Wojnarowski K., Cholewinska P. Selected alternative feed additives used to manipulate the rumen microbiome. *Animals*. 2021. 11, 1542, <https://doi.org/10.3390/ani11061542>.
24. Mohammed S. F., Mahmood F. A., Abas E. R. A review on effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as feed additives in ruminants performance. *J. Entomol. Zool. Stud.* 2018. 6, 629–635. DOI: 10.13140/RG.2.2.10675.37926.
25. Prebiotics and Probiotics in Feed and Animal Health / A. Anadon et al. *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*. Springer, Cham. 2019. P. 261–285. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8-19>.
26. Prospect of yeast probiotic inclusion enhances livestock feeds utilization and performance: an overview / M. M. Elghandour et al. *Biomass. Convers. Bior.* 2022. P. 1–13. DOI: 10.1007/s13399-022-02562-6.
27. Research progress on application of *Saccharomyces cerevisiae* in animal production / D. Bin et al. *Feed Res.* 2019. 7. P.114–116.
28. Scientific and practical aspects of the use of pro-, pre- and synbiotics in the feeding of ruminants against the background of research conducted in Ukraine / S. Vovk et al. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*. 2022. (21). 4. P. 5–16. <https://doi.org/10.21005/asp.2022.21.4.01>.
29. Sethy K., Dhaigude V., Duibedi B. Prebiotics in animal feeding. *The Pharma Innovation J.* 2017. 6 (11). 482–486.
30. Staniszewski A. & Kordowska-Wiater M. Probiotic and Potentially Probiotic Yeasts – Characteristics and Food Application. *Foods*. 2021. 10. P. 1306–1315. DOI: 10.3390/foods10061306.
31. Stover M. G., Watson R. R., Collier R. J. Pre- and Probiotic Supplementation in Ruminant Livestock Production. *Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics: Bioactive Foods in Health Promotion*. 2016. 25–36. DOI: 10.1016/B978-0-12-802189-7.00002-2.
32. Stubbings L., Phillips K., Zanolli R. Advances in sheep production. *Burleigh Dodds Series in Agricultural Science*. 2025. 162. 500 p.
18. Graham M., Ronald Ross W., Collier J. Pre- and probiotic supplementation in ruminant livestock production. *Bioactive Foods in Health Promotion*. 2016. 2. 25–36. DOI: 10.1016/B978-0-12-802189-7.00002-2.
19. Increasing the meat productivity of young sheep based on the use of the gene pool of the Dorper and Hissar breeds / A. Ombayev et al. *Brazilian J. of Biol.* 2024. 83, e278807. DOI: 10.1590/1519-6984.278807.PMID;38422273.
20. Invited Review: Strategic use of microbial-based probiotics and prebiotics in dairy calf rearing / L. R. Cangiano et al. *Applied Animal Science*. Vol. 36, Issue 5. 2020. P. 630–651. <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02049>.
21. Leicester H. C., Robinson P. H., Erasmus L. J. Effects of two yeast based direct fed microbials on performance of high producing dairy cows. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 2016. Vol. 215. 58–72. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.003>.
22. Markowiak P., Śliżewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut pathogens*. 2018. 10. 2–20. DOI: 10.1186/s13099-018-0250-0.
23. Michalak M., Wojnarowski K., Cholewinska P. Selected alternative feed additives used to manipulate the rumen microbiome. *Animals*. 2021. 11, 1542, <https://doi.org/10.3390/ani11061542>.
24. Mohammed S. F., Mahmood F. A., Abas E. R. A review on effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as feed additives in ruminants performance. *J. Entomol. Zool. Stud.* 2018. 6, 629–635. DOI: 10.13140/RG.2.2.10675.37926.
25. Prebiotics and Probiotics in Feed and Animal Health / A. Anadon et al. *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*. Springer, Cham. 2019. P. 261–285. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8-19>.
26. Prospect of yeast probiotic inclusion enhances livestock feeds utilization and performance: an overview / M. M. Elghandour et al. *Biomass. Convers. Bior.* 2022. P. 1–13. DOI: 10.1007/s13399-022-02562-6.
27. Research progress on application of *Saccharomyces cerevisiae* in animal production / D. Bin et al. *Feed Res.* 2019. 7. P.114–116.
28. Scientific and practical aspects of the use of pro-, pre- and synbiotics in the feeding of ruminants against the background of research conducted in Ukraine / S. Vovk et al. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*. 2022. (21). 4. P. 5–16. <https://doi.org/10.21005/asp.2022.21.4.01>.
29. Sethy K., Dhaigude V., Duibedi B. Prebiotics in animal feeding. *The Pharma Innovation J.* 2017. 6 (11). 482–486.
30. Staniszewski A. & Kordowska-Wiater M. Probiotic and Potentially Probiotic Yeasts – Characteristics and Food Application. *Foods*. 2021. 10. P. 1306–1315. DOI: 10.3390/foods10061306.
31. Stover M. G., Watson R. R., Collier R. J. Pre- and Probiotic Supplementation in Ruminant Livestock

33. Sundus F., Firas A., Enas R. A review on effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as feed additives in ruminants performance / F. Sundus et al. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2018. 6 (2) : 629–635. DOI: 10.13140/RG.2.2.10675.37926.
34. The effects of supplementation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and postbiotic from *Lactobacillus acidophilus* on the health and growth performance of young Jersey heifer calves / M. Thorsteinsson et al. *J. Anim. and Feed Sci.* 2020. 29 (3). 224–233. DOI: 10.22358/JAFS/127447/2020.
35. The use of probiotics in animal feeding for safe production and as potential alternatives to antibiotics / M. J. Mbarga et al. *Vet World*. 2021. 14 (2). P. 319–328. DOI: 10.14202/vetworld.2021.319-328.
36. Use of live yeast and mannan-oligosaccharides in grain-based diets for cattle: Ruminal parameters, nutrient digestibility, and inflammatory response / T. García-Díaz et al. *PLoS ONE*. 2018. 13–19. DOI: 10.1371/journal.pone.0207127.
37. Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes Environ.* 2015. 30, 2. 126–132. DOI: 10.1264/jsme2.ME14176.
38. Yeast Probiotic and Yeast Products in Enhancing Livestock Feeds Utilization and Performance: An Overview / Y. Pang et al. *J. Fungi*. 2022. 8 (11). P. 1191–1203. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof8111191>.
39. Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its effect on production indices of livestock and poultry – a review / I. P. Ogbuewu et al. *Comp. Clin. Pathol.* 2018. Vol. 28, P. 669–677. <https://doi.org/10.1007/s00580-018-2862-7>.
40. Zhang C., Zhan J., Yu Z. Effects of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* products on dairy calves: A metaanalysis. *J. Dairy Sci.* 2022. 105. 7386–7398. DOI: 10.3168/jds.2021-21519.
- Production. Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics: *Bioactive Foods in Health Promotion*. 2016. 25–36. DOI: 10.1016/B978-0-12-802189-7.00002-2.
32. Stubbings L., Phillips K., Zanolli R. Advances in sheep production. *Burleigh Dodds Series in Agricultural Science*. 2025. 162. 500 p.
33. Sundus F., Firas A., Enas R. A review on effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as feed additives in ruminants performance / F. Sundus et al. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2018. 6 (2) : 629–635. DOI: 10.13140/RG.2.2.10675.37926.
34. The effects of supplementation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and postbiotic from *Lactobacillus acidophilus* on the health and growth performance of young Jersey heifer calves / M. Thorsteinsson et al. *J. Anim. and Feed Sci.* 2020. 29 (3). 224–233. DOI: 10.22358/JAFS/127447/2020.
35. The use of probiotics in animal feeding for safe production and as potential alternatives to antibiotics / M. J. Mbarga et al. *Vet World*. 2021. 14 (2). P. 319–328. DOI: 10.14202/vetworld.2021.319-328.
36. Use of live yeast and mannan-oligosaccharides in grain-based diets for cattle: Ruminal parameters, nutrient digestibility, and inflammatory response / T. García-Díaz et al. *PLoS ONE*. 2018. 13–19. DOI: 10.1371/journal.pone.0207127.
37. Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes Environ.* 2015. 30, 2. 126–132. DOI: 10.1264/jsme2.ME14176.
38. Yeast Probiotic and Yeast Products in Enhancing Livestock Feeds Utilization and Performance: An Overview / Y. Pang et al. *J. Fungi*. 2022. 8 (11). P. 1191–1203. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof8111191>.
39. Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its effect on production indices of livestock and poultry – a review / I. P. Ogbuewu et al. *Comp. Clin. Pathol.* 2018. Vol. 28, P. 669–677. <https://doi.org/10.1007/s00580-018-2862-7>.
40. Zhang C., Zhan J., Yu Z. Effects of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* products on dairy calves: A metaanalysis. *J. Dairy Sci.* 2022. 105. 7386–7398. DOI: 10.3168/jds.2021-21519.

DOI: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-14

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.2:636.27

**ПРОДУКТИВНЕ ДОВГОЛІТТЯ КОРІВ
СИМЕНТАЛЬСЬКОЇ КОМБІНОВАНОЇ
(МОЛОЧНО-М'ЯСНОЇ) ПОРОДИ
ЗАЛЕЖНО ВІД СПАДКОВИХ ФАКТОРІВ****В. Я. Даньків¹, М. А. Петришин¹, Я. Я. Павлишак², Н. М. Федак¹**

¹Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл., 81115

²Дрогобицький державний
педагогічний університет
імені Івана Франка
вул. Івана Франка, 24, м. Дрогобич,
Львівська обл., 82100

Про авторів:

Вікторія ДАНЬКІВ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-4988-2353

Мирон ПЕТРИШИН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Ярослава ПАВЛИШАК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-3402-6922

Наталія ФЕДАК,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0000-0003-1988-8591

Для листування:

Вікторія ДАНЬКІВ
e-mail: victoriya2206@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:
4 березня 2025 р.
Погоджено до друку:
10 квітня 2025 р.

Мета роботи – провести дослідження молочної продуктивності у корів симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи різного походження за батьком в умовах Карпатського регіону. Для досліджень шляхом ретроспективного аналізу було використано дані первинного зоотехнічного обліку. Створено базу даних піддослідного поголів'я із використанням електронних таблиць *MS Excel*, яка включає інформацію про походження та продуктивність тварин. Проведено аналіз показників молочної продуктивності (надій за 305 діб лактації та вміст жиру в молоці) та тривалості господарського використання (кількість лактацій за життя, довічний надій (кг), середній довічний вміст (%) жиру в молоці) корів симентальської породи. Тривалість господарського використання найбільшою була у дочок бугая Обрія 938 (лінія Стрейфа 120081,78) – 4,7 лактації, відповідно і найвищий пожиттєвий надій (21 156 кг) мали його дочки. У групі з тривалістю продуктивного використання 1–3 лактації за величиною пожиттєвого надою та кількості молочного жиру перевагу мали дочки бугаїв Імаго 9727 та Обрія 938, їх перевага над дочками Вікхта 75771 була відповідно на 3461 і 2288 кг. Показники надою за середню лактацію були також найвищі у дочок бугаїв Імаго 9727 та Обрія 938, які переважали корів від бугая Вікхта 75771 відповідно на 2447 і 1878 кг. У групі з тривалістю продуктивного використання 4–7 лактацій за величиною пожиттєвого надою та кількості молочного жиру перевагу мали дочки бугая Обрія 938. У групі з тривалістю продуктивного використання 8 і більше лактацій за показниками довічного надою, кількості молочного жиру перевагу мали дочки бугая Імаго 9727 відповідно на 8742; 5354 кг та 3432 кг. А показники надою за середню лактацію були достовірно найвищі у дочок бугая Вікхта 75771 – відповідно на 5803 і 6402 кг.

Ключові слова: розведення, лактація, поголів'я, господарське використання, селекція, лінія.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Даньків В. Я., Петришин М. А., Павлишак Я. Я., Федак Н. М., 2025

Productive longevity of Simmental combined (milk-meat) breed cows depends on hereditary factors

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

²Drohobyt'sk State Pedagogical University named after Ivan Franko
St. 24 Ivana Franka, Drohobych, Lviv region, 82100

About authors:

Viktoriiia DANKIV

ORCID: 0000-0002-4988-2353

Myron PETRYSHYN

ORCID: 0000-0002-6610-5804

Yaroslava PAVLYSHAK

ORCID: 0000-0003-3402-6922

Nataliya FEDAK

ORCID: 0000-0003-1988-8591

For corresponding:

Viktoriiia DANKIV

e-mail: victoriya2206@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

March 4, 2025

Accepted:

April 10, 2025

The purpose of the work is to conduct a study of milk productivity in cows of the Simmental combined (milk-meat) breed of different origins by sire in the conditions of the Carpathian region. Data from primary zootechnical accounting were used for the research through retrospective analysis. A database of experimental livestock was created using *MS Excel* spreadsheets, which includes information on the origin and productivity of the animals. An analysis of the indicators of milk productivity (for 305 days of lactation plus fat content in milk) and duration of economic use (number of lactations during life, lifetime productivity (kg), average lifetime content of fat (%) in milk) of Simmental cows was carried out. The duration of economic use was the longest among the daughters of the bull Obriy 938 (Streif's line 120081.78) – 4.7 lactations, and, respectively, they had the highest lifetime productivity (21,156 kg). In the group with the duration of productive use of 1-3 lactations, the daughters of bulls Imago 9727 and Obriy 938 had an advantage in terms of lifetime milk yield and amount of milk fat, their advantage over daughters of Wikht 75771 was 3,461 and 2,288 kg, respectively. The indicators of yield for the average lactation were also the highest in the daughters of bulls Imago 9727 and Obriy 938, which exceeded cows from bull Wikht 75771 by 2,447 and 1,878 kg, respectively. In the group with the duration of productive use of 4-7 lactations in terms of lifetime milk yield and the amount of milk fat, the daughters of bull Obriy 938 had the advantage. In the group with the duration of productive use of 8 and more lactations in terms of lifetime milk yield and amount of milk fat, the daughters of bull Imago 9727 had the advantage of 8,742; 5,354 and 3,432 kg respectively. And the indicators of milk yield for the average lactation were reliably the highest in the daughters of bull Wikht 75771 – respectively at 5,803 and 6,402 kg.

Keywords: breeding, lactation, livestock, economic use, selection, line.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. У селекційній роботі з великою рогатою худобою молочного та молочно-м'ясного напрямку продуктивності важливе значення має показник тривалості господарського використання корів, збереження у них високої продуктивності та відтворювальної здатності. Ці ознаки включено до більшості національних програм генетичного удосконалення молочної худоби, оскільки раннє вибракування корів із основного стада завдає суттєвих збитків господарствам. Економічними підрахунками встановлено, що до третьої лактації корова окупає лише витрачені на її вирощування кошти і стає прибутковою після 4–5 лактації. Доведено,

що високу економічну ефективність можна одержати за використання корів протягом 6–8 лактацій, оскільки впродовж цього періоду від них отримують більше потомства [11, 14, 16].

На тривалість господарського використання корів впливає низка факторів, як спадкових, так і зумовлених впливом технологічних умов виробництва – годівлі, утримання, профілактики захворювань різної етіології, зокрема пов'язаних із порушеннями обміну речовин. Оцінка корови за позитивною продуктивністю можлива лише після її вибуття [1, 3, 15, 20]. В Україні у галузі скотарства спостерігається доволі низька

тривалість продуктивного використання корів, особливо серед молочних порід інтенсивного типу (переважно української червоно- і чорно-рябої), де вона у більшості випадків не перевищує три лактації. Встановлено чітку закономірність зв'язку тривалості господарського використання корів із кровністю за голштинською породою, що в основному є наслідком невідповідності господарських умов, годівлі та утримання спадковим задаткам худоби [1, 18, 21–23].

Питання ступеня генетичної детермінації показників довічного використання корови висвітлено у численних наукових працях як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників. Встановлено істотний вплив належності до породи, лінії, походження за батьком [2, 8, 9, 12, 26], а також наявність залежності продуктивних якостей корів, зокрема продуктивного довголіття, від поєднуваності батьківських пар (типів підбору) [5, 13, 17, 19]. Симентальська худоба порівняно з сучасними голштинізованими вітчизняними породами характеризується дещо вищими показниками тривалості господарського використання [3, 4, 6, 7, 10]. Незважаючи на велику кількість публікацій на цю тему, актуальність вказаної проблеми не вичерпана.

Мета роботи – провести порівняльний аналіз показників молочної продуктивності за період господарського використання (продуктивне довголіття) у корів симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи залежно від їх походження.

Матеріали і методи. Дослідження проведено у ТзОВ «Літинське» Дрогобицького району Львівської області на поголів'ї корів симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи.

Методом ретроспективного аналізу на підставі даних первинного зоотехнічного обліку (форми № 1-Мол. та форми № 2-Мол.) проведено оцінку показників молочної продуктивності (надій за перші три лактації, найвищий надій, відповідно кількість молочного жиру та

білка), а також за весь період господарського використання (кількість лактацій за життя, довічний надій, кількість виробленого молочного жиру і білка) корів різного походження за 2007–2022 рр. Відтворювальну здатність корів оцінювали за тривалістю (діб) сервіс-періоду (СП), міжотельного періоду (МОП) та коефіцієнтом відтворної здатності (КВЗ) [11].

Статистичну обробку проведено з використанням стандартних формул *MS Excel*. Вірогідність різниць визначали методом Стьюдента, мінімальний рівень значимості $P \leq 0,05$. Вплив материнської спадковості оцінювали на підставі коефіцієнтів успадкування, обчислених за формулою:

$$h^2 = 2g_{д/м},$$

де g – коефіцієнт кореляції між відповідними показниками дочки і матері.

Вплив батьківської спадковості визначали методом ANOVA за формулою:

$$\eta^2 = C_x/C_y \times 100,$$

де C_x – генотипова (факторіальна) дисперсія; C_y – загальна дисперсія.

У цьому випадку силу впливу оцінювали на підставі критерію Фішера (F).

Результати вважали вірогідними за $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***)

Результати та обговорення. Для відтворення стада у ТзОВ «Літинське» впродовж досліджуваних років використовували плідників-сименталів німецької селекції: Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77), Вікхта 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) та австрійської – Обрія 938 (лінія Стрейфа 120081,78). Продуктивність їх матерів становить: Імаго 9727 – 9,4 тис. кг молока з жирністю 3,8 %, Вікхта 75771 – 7,9 тис. кг молока з жирністю 3,9 % та Обрія 938 – 7,3 тис. кг молока з жирністю 4,2 %.

За досліджуваний період у генеалогічній структурі стада найбільшу частку від загальної кількості корів представляють дочки бугая Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77), а найменшу – Вікхта 75771 (лінія Хоррора 809706945,79). Так, частка корів, дочок бугая Імаго 9727

становила 59,2 %, Обрія 938 – 27,2 %, Вікхта 75771 – 13,6 %.

Проведеними дослідженнями встановлено, що на формування й прояв

ознак молочної продуктивності корів значний вплив мали їх батьки та належність до лінії (табл. 1).

1. Молочна продуктивність корів залежно від походження ($M \pm m$), кг

Батько	n	Продуктивність		
		надій, кг	молочний жир, кг	молочний білок, кг
I лактація				
Імаго 9727	189	4329 ± 59***	165 ± 2,5***	134 ± 2,2***
Обрій 938	87	3929 ± 79*	146 ± 3,2	118 ± 2,6
Вікхт 75771	43	3613 ± 163	142 ± 6,5	115 ± 6,0
II лактація				
Імаго 9727	175	4574 ± 77***	173 ± 3,2***	141 ± 2,6***
Обрій 938	81	4173 ± 93**	157 ± 3,6	126 ± 2,9
Вікхт 75771	34	4030 ± 171	150 ± 6,5	122 ± 5,1
III лактація				
Імаго 9727	150	5126 ± 93***	198 ± 3,8***	162 ± 3,4***
Обрій 938	75	4717 ± 142	178 ± 5,6	144 ± 4,7
Вікхт 75771	28	4515 ± 177	169 ± 7,4	140 ± 6,1
Найвища лактація				
Імаго 9727	189	5685 ± 88**	218 ± 3,5***	178 ± 3,2***
Обрій 938	87	5521 ± 141*	211 ± 5,7**	170 ± 4,7*
Вікхт 75771	43	5052 ± 213	189 ± 8,4	154 ± 7,2

Примітка: у цій та наступних таблицях * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Найвищою молочною продуктивністю відзначалися дочки бугая Імаго 9727, у яких величина надою за першу лактацію була на 400 кг більша, ніж у дочок бугая Обрія 938 ($P < 0,05$) і на 716 кг, ніж у дочок бугая Вікхта 75771, за $P < 0,001$, за другу лактацію ця різниця становила відповідно 401 кг ($P < 0,05$) і 544 кг ($P < 0,001$), а за третю – 409 і 611 кг ($P < 0,001$).

За найвищу лактацію найбільший надій також отримано від дочок бугая Імаго 9727 – 5685 кг, які переважали дочок бугаїв Обрія 938 та Вікхта 75771 відповідно на 164 і 633 кг. Різниця за величиною надою за найвищу лактацію між дочками бугаїв Імаго 9727 і Вікхта 75771 є статистично вірогідною, $P < 0,001$.

Відмінності за кількістю отриманого молочного жиру і білка між порівнюваними групами аналогічні до тих, що спостерігали за величиною надою. Дочки бугая Імаго 9727 за першу лактацію переважали дочок Обрія 938 за цими показниками відповідно

на 19 і 16 кг ($P < 0,01$), а дочок Вікхта 75771 – на 23 і 19 кг ($P < 0,001$). У наступні періоди (друга і третя лактації) також спостерігали статистично вірогідну перевагу дочок бугая Імаго 9727 за виходом молочного жиру та білка над ровесницями від бугая Обрія 938 та Вікхта 75771. За найвищу лактацію від дочок бугая Імаго 9727 було отримано молочного жиру на 7 і 29 кг більше, ніж від дочок Обрія 938 і Вікхта 75771 відповідно. Друга різниця статистично вірогідна ($P < 0,001$). Перевага дочок Імаго 9727 за виходом молочного білка становила відповідно 8 і 24 кг, в другому випадку статистично вірогідна, $P < 0,001$.

Наведені дані свідчать про існування певного впливу батьків різної племінної цінності на продуктивність їх дочок. Найвищий надій мали дочки плідника Імаго 9727, матір якого за 305 діб вищої лактації дала 9460 кг молока із вмістом жиру 3,8 %, вихід молочного жиру становив 359 кг (табл. 2).

2. Продуктивне використання симентальських корів, дочок різних бугаїв ТзОВ «Літинське»

Показник	Батько		
	Імаго 9727	Обрій 938	Вікхт 75771
Кількість корів, гол.	189	87	43
Кількість лактацій	3,8 ± 0,14	4,7 ± 0,26**	3,6 ± 0,37
Пожиттєвий надій, кг	18 669 ± 759	21 156 ± 1284**	15 081 ± 1772
Молочний жир, кг	719 ± 29	805 ± 49**	57 ± 67
Молочний білок, кг	587 ± 24	647 ± 40*	471 ± 55
Надій за середню лактацію, кг	4824 ± 54***	4391 ± 68*	4038 ± 164
Продуктивне використання 1–3 лактацій			
Кількість корів, гол.	110	42	29
%	58,2	48,3	67,4
Кількість лактацій	2,5 ± 0,07	2,6 ± 0,11	2,2 ± 0,17
Пожиттєвий надій, кг	11 869 ± 385***	10 696 ± 557	8408 ± 796
Молочний жир, кг	457 ± 15***	404 ± 22	317 ± 30
Молочний білок, кг	371 ± 12***	326 ± 17	266 ± 22
Надій за середню лактацію, кг	4682 ± 77***	4113 ± 99	3986 ± 202
Продуктивне використання 4–7 лактацій			
Кількість корів, гол.	68	31	10
%	36,0	35,6	23,3
Кількість лактацій	5,0 ± 0,12	5,9 ± 18,5	5,5 ± 0,40
Пожиттєвий надій, кг	25 097 ± 654	27 778 ± 1167*	23 961 ± 1552
Молочний жир, кг	973 ± 26	1060 ± 45*	913 ± 59
Молочний білок, кг	800 ± 21	852 ± 37	741 ± 47
Надій за середню лактацію, кг	5026 ± 72	4713 ± 85	4622 ± 168
Продуктивне використання 8 і більше лактацій			
Кількість корів, гол.	11	14	4
%	5,8	16,1	9,3
Кількість лактацій	9,1 ± 0,25	8,4 ± 0,23	8,8 ± 0,75
Пожиттєвий надій, кг	46 615 ± 2040***	37 873 ± 1932	41 261 ± 2700
Молочний жир, кг	1787 ± 82***	1444 ± 76	1560 ± 125
Молочний білок, кг	1405 ± 67	1177 ± 64	1282 ± 99
Надій за середню лактацію, кг	5113 ± 146	4514 ± 155	4726 ± 44

За тривалістю господарського використання дочки бугая Обрія 938 вірогідно переважали дочок бугаїв Імаго 9727 та Вікхта 75771 – відповідно на 0,9 і 1,1 лактації, $P \leq 0,01$ і $P \leq 0,05$. Найвищий пожиттєвий надій був у дочок бугая Обрія 938, за цим показником вони переважали дочок бугаїв Імаго 9727 та Вікхта 75771 відповідно на 2487 і 6075 кг, остання різниця статистично вірогідна, $P \leq 0,01$.

Потрібно відзначити, що в декількох корів надій становив понад 50 000 кг молока за життя. За кількістю пожиттєво виробленого молочного жиру дочки бугаїв Імаго 9727 та Обрія 938 статистично вірогідно переважали дочок бугая Вікхта 75771 ($P \leq 0,05$ і $P \leq 0,01$), за кількістю білка вірогідною була перевага лише дочок Обрія 938, $P \leq 0,01$.

Вплив батьківської спадковості на продуктивне довголіття корів можна оцінити, розглянувши співвідношення тварин із різною кількістю лактацій серед дочок кожного бугая.

Так, частка корів із тривалістю продуктивного використання 1–3 лактації серед дочок бугая Імаго 9727 становила 58,2 %, Обрія 938 – 48,13 % і Вікхта 75771 – 67,4 %. За величиною пожиттєвого надою дочки бугаїв Імаго 9727 та Обрія 938 статистично вірогідно переважали дочок Вікхта 75771 – відповідно на 3269 і 2096 кг, $P \leq 0,001$ і $P \leq 0,05$. Кількість виробленого за цей період молочного жиру і білка найвищою була у дочок бугая Імаго 9727, вони вірогідно переважали корів від Обрія 938 та Вікхта 75771, $P \leq 0,05$ і $P \leq 0,001$. Крім цього, за згаданими показниками мала місце перевага дочок Обрія 938 над дочками Вікхта 75771, $P \leq 0,05$. Найвищий надій за середню лактацію мали дочки Імаго 9727, які переважали за цим показником дочок Обрія 939 та Вікхта 75771 відповідно на 569 і 697 кг, $P \leq 0,05$ і $P \leq 0,001$. Різниця між дочками Обрія 939 і Вікхта 75771 – в межах статистичної похибки.

Найменша частка корів із тривалістю продуктивного використання 4–7 лактацій між порівнюваними групами була серед дочок Вікхта 75771. Цей показник у групі дочок бугаїв Імаго 9727 та Обрія 938 був вищим відповідно на 12,7 і 12,3 %. За величиною пожиттєвого надою перевагу мали дочки бугая Обрія 938 над дочками бугаїв Імаго 9727 та Вікхта 75771 – відповідно на 2681 і 3817 кг, за кількістю молочного жиру вони вірогідно переважали дочок Вікхта 75771 на 147 кг ($P \leq 0,05$). За кількістю молочного білка всі різниці між порівнюваними групами корів – у межах статистичної похибки. Показники надою за середню лактацію були вірогідно найвищі у дочок бугая Імаго 9727, різниці порівняно з дочками Обрія 938 і Вікхта 75771 становили відповідно на 295 і 404 кг.

Частка корів, продуктивне використання яких тривало 8 і більше лактацій, була найбільшою серед дочок бугая Обрія 938. За кількістю лактацій, показниками довічного надою, кількості молочного жиру та білка дочки бугая Імаго 9727 статистично вірогідно переважали дочок бугая Обрія 938 ($P \leq 0,05$ – $0,01$), а за величиною надою за середню лактацію – дочок Обрія 938 і Вікхта 75771 (табл. 3).

3. Коефіцієнти успадкування молочної продуктивності піддослідних корів

Показники	Метод оцінки	
	$h^2 = 2r_{д/м}$	$\eta^2 = C_x/C_y \times 100, \%$
Перша лактація		
Надій за 305 діб	0,05	7,3***
Молочний жир	0,11	8,6***
Молочний білок	0,16	8,3**
Найвища лактація		
Надій за 305 діб	0,09	2,7**
Молочний жир	0,01	3,4**
Молочний білок	0,05	3,2**
Пожиттєва продуктивність		
Пожиттєвий надій	-	2,5*
Молочний жир	-	2,5*
Молочний білок	-	2,3*
Тривалість господарського використання, лактацій	-	3,5**

Аналіз даних табл. 3 свідчить про те, що, з одного боку, ступінь взаємного зв'язку між молочною продуктивністю матерів та дочок незначний, коефіцієнти успадкування в межах 0,05–0,16; з другого боку, має місце вірогідний вплив батьківської спадковості на молочну продуктивність за першу лактацію, найвищу і позитивну продуктивність, а також на тривалість господарського використання корів, значення критерію Р у межах 0,05–0,001. Окрім цього, в усіх випадках коефіцієнти успадкування мають порівняно невисокі значення, що свідчить про суттєвий вплив на досліджувані показники паратипових факторів. Це узгоджується із результатами низки авторів, які вивчали генетичні параметри успадкування показників довголіття та їх корелятивні зв'язки із продуктивними та екстер'єрними параметрами, станом здоров'я [24, 25, 27–29].

Поєднання високої молочної продуктивності та репродуктивної здатності є важливим критерієм відбору у селекційній роботі з худобою. Рівень молочної продуктивності та темпи відтворення корів значною мірою

детерміновані біологічними періодами: віком першого осіменіння та отелення, тривалістю сухостійного, сервіс- і міжотельного періодів [9].

Серед фахівців немає єдиної думки щодо оптимальних термінів плідного осіменіння та віку першого отелення, оскільки занадто раннє перше отелення несприятливо позначається на рівні молочної продуктивності корови, затримує її розвиток, а пізніше – призводить до додаткових витрат на вирощування тварин, економічно не вигідне. Вік першого отелення залежить від породи, умов утримання, годівлі та значно обумовлює майбутню молочну продуктивність [10].

Вік першого отелення за досліджуваними групами коливався в межах 31,6–37,5 міс. Наймолодшим віком відзначалися дочки бугая Вікхта 75771, а найстаршим – Обрія 938.

Коефіцієнт відтворної здатності у корів-первісток не перевищував 0,96, що нижче від оптимального його рівня (1,00). Це зумовлено більш тривалим сервіс-періодом, який коливався в межах 98–112 діб за оптимальної тривалості 90 діб (табл. 4).

4. Відтворювальна здатність корів-первісток різного походження за батьком

Батько	n	Вік 1-го отелення, міс.	Сервіс-період, діб	Міжотельний період, діб	Коефіцієнт відтворної здатності
Обрія 938	95	37,5 ± 1,09	98 ± 10,25	388,8 ± 10,26	0,96 ± 14,89
Вікхт 75771	72	31,6 ± 1,50	111 ± 18,92	498,9 ± 70,86	0,86 ± 0,06
Імаго 9727	261	33,7 ± 1,23	112 ± 7,08	395,9 ± 7,09	0,95 ± 0,01

Висновки. У стаді племінного репродуктора симентальської породи ТзОВ «Літинське» практично половина (56,7 %) корів вибуває із основного стада протягом першої – третьої лактації (коливання в межах дочок порівнюваних бугаїв становить 48,3–67,5 %). Виявлено вірогідні відмінності за тривалістю господарського використання корів між дочками бугаїв різного походження. Найбільшим продуктивним довголіттям відзначалися дочки бугая Обрія 938 австрійської селекції, які використовувалися

триваліший період, ніж дочки бугаїв Імаго 9727 та Вікхта 75771 німецької селекції (відповідно $P \leq 0,01$ і $P \leq 0,05$), та відзначалися найвищим позитивним надоем, кількістю виробленого за цей період молочної жиру та білка. Найменшим продуктивним довголіттям та довічною продуктивністю характеризувалися дочки бугая Вікхта 75771. Аналіз коефіцієнтів успадкування показників молочної продуктивності свідчить про більш суттєвий вплив

батьківської, ніж материнської спадковості на формування оцінюваних ознак.

Коефіцієнт відтворної здатності у корів-первісток не перевищував 0,96, що нижче від оптимального його рівня (1,00).

Список використаної літератури

1. Бабік Н. П. Вплив генотипових чинників на тривалість і ефективність довічного використання корів голштинської породи. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 53. С. 61–69.
2. Базишина І. В. Формування господарськи корисних ознак молочної худоби залежно від походження за батьком, лінії та спорідненої групи. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 53. С. 69–78.
3. Братюк В. М. Пожиттєва продуктивність та причини вибуття корів-нащадків бугаїв різних ліній. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2011. Вип. 53 (2). С. 130–134.
4. Вінничук Д. Т., Котенджи Х. П. Ретроспективний аналіз тривалості життя симентальських корів. *Вісник СНАУ*. 2010. Вип. 12 (18). С. 21–26.
5. Вплив підбору батьківських пар на мінливість ознак молочної продуктивності корів / М. І. Кузів та ін. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 9. С. 44–51. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-06>.
6. Гузєєв Ю., Гончаренко І., Вінничук Д. Симентальська худоба – порода світового значення. *Тваринництво України*. 2014. № 7. С. 25–28.
7. Даньків В. Я., Петришин М. А., Павлишак Я. Я. Характеристика корів, дочок різних бугаїв симентальської породи в умовах Львівщини. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 73 (2). С. 140–153. DOI: [10.32636/01308521.2023-\(73\)-2-10](https://doi.org/10.32636/01308521.2023-(73)-2-10).
8. Ляшенко Г. Д. Формування господарськи корисних ознак корів залежно від походження за батьком. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 54. С. 50–58.
9. Коваль Т. П. Бугаї-плідники та їх вплив на господарськи корисні ознаки корів дочок напівсестер за батьком. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 53. С. 124–130.
10. Кочук-Ященко О. А., Кучер Д. М., Мамченко В. Ю. Господарськи корисні ознаки корів-первісток симентальської породи залежно від тривалості сервіс-періоду при органічному виробництві молока. *Вісник СНАУ. Серія «Тваринництво»*. 2019. № 3 (38). С. 19–24. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.3.3>.
11. Мазур Н. П., Федорович Є. І., Федорович В. В. Господарськи корисні ознаки корів молочних порід та їх зв'язок з продуктивним довголіттям. *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 56. С. 50–64. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.56.07>.
12. Мазур Н. П., Федорович Є. І., Федорович В. В. Продуктивне довголіття молочної худоби за різних

Це зумовлено більш тривалим сервіс-періодом, який коливався в межах 98–112 дів за оптимальної тривалості 90 дів.

References

1. Babik N. P. The influence of genotypic factors on the duration and efficiency of Holstein cows lifetime usage. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 53. P. 61–69.
2. Bazyshyna I. V. Formation of economically useful traits of dairy cattle depending on origin of the father, line and related group. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 53. P. 69–78.
3. Bratiuk V. M. Lifelong productivity and causes of withdrawal of cow-descendant bulls of different lines. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2011. Issue 53 (2). P. 130–134.
4. Vinnychuk D. T., Kotendzhy H. P. Retrospective analysis of life expectancy of Simmental cows. *Visnyk SNAU*. 2010. Issue 12 (18). P. 21–26.
5. The influence of the selection of parental pairs on the variability of milk productivity traits of cows / M. I. Kuziv et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2023. No. 9. P. 44–51. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-06>.
6. Huzieiev Y., Honcharenko I., Vinnychuk D. Simmental cattle – breed of world value. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 2014. No. 7. P. 25–28.
7. Dankiv V. Ya., Petryshyn M. A., Pavlyshak Ya. Ya. Characteristics of cows, daughters of different Simmental bulls in the conditions of Lviv region. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2023. Issue 73 (2). P. 140–153. DOI: [10.32636/01308521.2023-\(73\)-2-10](https://doi.org/10.32636/01308521.2023-(73)-2-10).
8. Liashenko H. D. Forming of economically useful traits of cows depending on origin by father. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 54. P. 50–58.
9. Koval T. P. Breeding bulls and their impact on the economically useful traits of cows of paternal half-sister daughters. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 53. P. 124–130.
10. Kochuk-Iashchenko O. A., Kucher D. M., Mamchenko V. Yu. Economically useful traits of first-calf cows of the Simmental breed depending on the duration of their service period in organic dairy production. *Visnyk SNAU. Seriiia «Tvarynnytstvo»*. 2019. No. 3 (38). P. 19–24. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.3.3>.
11. Mazur N. P., Fedorovych Ye. I., Fedorovych V. V. Useful traits of dairy cows and their connection with productive longevity. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Issue 56. P. 50–64. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.56.07>.
12. Mazur N. P., Fedorovych Ye. I., Fedorovych V. V. Productive longevity of dairy cattle by the different

методів розведення. *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 55. С. 102–112.

13. Показники довгочасної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи залежно від методів підбору / Л. М. Хмельничий та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 93. С. 191–196.

14. Продуктивне довголіття молочної худоби в Україні : монографія / Є. Федорович та ін. ; ред.: Є. Федорович, В. Федорович. Кам'янець-Подільський : ПП Зволейко Д. Г., 2022. 240 с.

15. Филь С. І., Федорович Є. І., Боднар П. В. Динаміка молочної продуктивності корів різних ліній. *Розведення і генетика тварин*. 2019. Вип. 57. С. 136–142. DOI: 10.31073/abg.57.16.

16. Характеристика корів симментальської породи за господарські корисними ознаками в умовах Львівщини / В. В. Федорович та ін. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2016. Т. 18, № 2 (67). С. 255–260. DOI: 10.15421/nvlvet6756.

17. Хмельничий Л., Супрун І., Бардаш Д. Довічна продуктивність корів української червоно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. *Вісник Сумського НАУ. Серія: Тваринництво*. 2021. Вип. 44. С. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.1.4>.

18. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Ефективність впливу генеалогічних формувань на показники довголіття та довгочасної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського НАУ. Серія: Тваринництво*. 2016. Вип. 5. С. 3–10.

19. Хмельничий Л. М., Лобода А. В. Мінливість ознак довголіття корів української чорно-рябої молочної породи за різних варіантів підбору. *Розведення і генетика тварин*. 2019. Вип. 57. С. 143–151. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.57.17>.

20. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Продуктивне довголіття дочок бугаїв-плідників української чорно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 52. С. 134–144.

21. Хмельничий С., Повод М., Самохіна Є. Продуктивне довголіття корів української чорно-рябої молочної породи залежно від спадковості голштинських бугаїв-плідників. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2020. № 2 (41). С. 81–85. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.2.13>.

22. Чернявська Т. О., Ізмайлова Н. О. Показники довгочасної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи залежно від впливу спадковості голштинської породи. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109 (2). С. 145–149. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-2.23>.

23. Шевчук Н. П. Продуктивне довголіття родин корів української червоної молочної породи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 118–122. DOI: 10.31521/2313-092X/2018-4(100).

24. Analysis of Longevity Traits in Holstein Cattle: A Review / H. Hu et al. *Frontiers in Genetics*. 2021.

methods of breeding. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Issue 55. P. 102–112.

13. Indicators of lifelong productivity of cows of the Ukrainian red-motley dairy breed depending on the methods of selection / L. M. Khmelnychi et al. *Tavriiskyi naukovi visnyk*. 2015. No. 93. P. 191–196.

14. Productive longevity of dairy cattle in Ukraine : monograph / Ye. Fedorovych et al. ; red. Ye. Fedorovych, V. Fedorovych. Kamianets-Podilskiy : PE Zvoleiko D. H., 2022. 240 p.

15. Fyl S. I., Fedorovych Ye. I., Bodnar P. V. Dynamics of dairy productivity of cows of different lines. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Issue 57. P. 136–142. DOI: 10.31073/abg.57.16.

16. The characteristics of Simmental cows by their economically useful traits in the conditions of Lviv region / V. V. Fedorovych et al. *Naukovi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriiia «Silskohospodarski nauky»*. 2016. Vol. 18, no. 2 (67). P. 255–260. DOI: 10.15421/nvlvet6756.

17. Khmelnychi L., Suprun I., Bardash D. Lifetime productivity of cows of the Ukrainian red-motley dairy breed under various options of selection. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia: Tvarynnytstvo*. 2021. Issue 44. P. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.1.4>.

18. Khmelnychi L. M., Vechorka V. V. The effectiveness of the influence of genealogical formations on indicators of longevity and lifetime productivity of cows of the Ukrainian red-motley dairy breed. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia: Tvarynnytstvo*. 2016. Issue 5. P. 3–10.

19. Khmelnychi L. M., Loboda A. V. Variability of longevity traits of cows of Ukrainian red-motley dairy breed in various variants of selection. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Issue 57. P. 143–151. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.57.17>.

20. Khmelnychi L. M., Vechorka V. V. Productive longevity of daughters of breeder bulls of the Ukrainian black-spotted dairy breed. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Issue 52. P. 134–144.

21. Khmelnychi S., Povod N., Samokhina E. Productive longevity of Ukrainian black-spotted dairy cows depending on the inheritance of Holstein sires. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia «Tvarynnytstvo»*. 2020. No. 2 (41). P. 81–85. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.2.13>.

22. Cherniavska T. O., Izmailova N. O. Indicators of lifetime productivity of cows of Ukrainian red-motley dairy breed depending on the influence of heredity of Holstein breed. *Tavriiskyi naukovi visnyk*. 2019. No. 109 (2). P. 145–149. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-2.23>.

23. Shevchuk N. P. Productive longevity of families of cows in the Ukrainian red-motley dairy breed. *Visnyk aharnoi nauky Prychornomoria*. 2018. Issue 4. P. 118–122. DOI: 10.31521/2313-092X/2018-4(100).

24. Analysis of Longevity Traits in Holstein Cattle: A Review / H. Hu et al. *Frontiers in Genetics*. 2021.

Vol. 12. 695543. DOI:
<https://doi.org/10.3389/fgene.2021.695543>.

25. Combined single-step evaluation of functional longevity of dairy cows including correlated traits / L. H. Maugan et al. *Genet. Sel. Evol.* 2023. 55 (1). 75. DOI: 10.1186/s12711-023-00839-6.

26. Dankiv V. Ya., Petryshyn M. A., Pavlyshak Ya. Ya. Development of heifers and dairy productivity of cows, daughters of different Simmental breed bulls. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (2). С. 228–244. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-14.

27. Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle / J. B. Clasen et al. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100. Issue 8. P. 6337–6342. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12627>.

28. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows / T. Pritchard et al. *Animal*. 2013. Vol. 7. Issue 1. P. 34–46. DOI: 10.1017/S1751731112001401.

29. *Short communication*: Genetic relationships between functional longevity and direct health traits in Austrian Fleckvieh cattle / C. Pfeiffer et al. *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. Issue 10. P. 7380–7383. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9632>.

Vol. 12. 695543. DOI:
<https://doi.org/10.3389/fgene.2021.695543>.

25. Combined single-step evaluation of functional longevity of dairy cows including correlated traits / L. H. Maugan et al. *Genet. Sel. Evol.* 2023. 55 (1). 75. DOI: 10.1186/s12711-023-00839-6.

26. Dankiv V. Ya., Petryshyn M. A., Pavlyshak Ya. Ya. Development of heifers and dairy productivity of cows, daughters of different Simmental breed bulls. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2022. Issue 71 (2). P. 228–244. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-14.

27. Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle / J. B. Clasen et al. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100. Issue 8. P. 6337–6342. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12627>.

28. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows / T. Pritchard et al. *Animal*. 2013. Vol. 7. Issue 1. P. 34–46. DOI: 10.1017/S1751731112001401.

29. *Short communication*: Genetic relationships between functional longevity and direct health traits in Austrian Fleckvieh cattle / C. Pfeiffer et al. *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. Issue 10. P. 7380–7383. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9632>.