

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО

МІЖВІДОМЧИЙ ТЕМАТИЧНИЙ НАУКОВИЙ ЗБІРНИК

Заснований у 1967 р.

Випуск 74

Частина 1



*Видавництво
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН
Оброшине 2023*

УДК 631.636

**Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2023. Вип. 74 (1)
ISSN 0130-8521**

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН, протокол № 6 від 25 серпня 2023 р.*

Редакційна колегія:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лихочвор В. В., Львівський національний університет природокористування, Україна

Марунек М., Інститут тваринництва, Чеська Республіка

Остатів Д. Д., Інститут біології тварин НААН, Україна

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

Пілярчик Б., Західнопоморський технологічний університет в м. Щецин, Республіка Польща

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

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

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

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

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

Адреса редколегії:

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине

Львівського р-ну Львівської обл., 81115

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

© Інститут сільського господарства

Карпатського регіону НААН, 2023

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

**FOOTHILL AND MOUNTAIN
AGRICULTURE
AND STOCKBREEDING**

INTERDEPARTMENTAL THEMATIC SCIENTIFIC COLLECTION

Since 1967

Volume 74

Issue 1

Obroshyne 2023

UDC 631.636

Foothill and mountain agriculture and stockbreeding. 2023. V. 74 (1)

ISSN 0130-8521

Recommended for publication by the Academic Council of Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Protocol № 6 of August 25, 2023.

Editorial board:

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

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

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

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

Boiko P. I., National Scientific Center "Institute of Agriculture of NAAS", Ukraine

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

Voloschuk O. P., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

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

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

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

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

Kovalyshyn S. Y., Lviv National University of Nature Management, Ukraine

Lykhochvor V. V., Lviv National University of Nature Management, Ukraine

Marounek M., Institute of Animal Science, Czech Republic

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

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

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

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

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

Fedak N. M., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

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

Shuvar I. A., Lviv National University of Nature Management, Ukraine

Editorial board address:

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS,

st. Grushevskogo, 5, Obroshyne village,

Lviv district, Lviv region, 81115

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

© Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS, 2023

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

<i>Войтовик М. В.</i> Забур'яненість агроценозів соняшнику в короткоротаційних сівозмінах.. 8	<i>Voitovyk M. V.</i> Pollution of sunflower agrocenosesin short rotation crop rotations
<i>Волощук М. Ю.</i> Польова схожість насіння гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів вирощування..... 22	<i>Voloshchuk M. Yu.</i> Field germination of white mustard seeds depending on agrotechnicalmeasures
<i>Ільчук Р. В., Лісова Ю. А., Марухняк Г. І.</i> Характеристика генотипів вівса за основними господарсько- біологічними показниками..... 37	<i>Ilchuk R. V., Lisova Yu. A., Marukhniak H. I.</i> Characteristic of oat genotypes by the main economicand biological parameters
<i>Карасевич Н. В.</i> Вплив удобрення на продуктивність конюшино- тимофіївкової сумішки в умовах Передкарпаття..... 50	<i>Karasevych N. V.</i> The impact of fertilization on the productivity of clover-timothy mixturein the Precarpathian conditions
<i>Квасницька Л. С., Войтова Г. П.</i> Водоспоживання соняшнику в ланках різноротаційних сівозмін Правобережного Лісостепу..... 63	<i>Kvasnitska L. S., Voitova H. P.</i> Water consumption of sunflower in the links of different crop rotations ..of the Right-Bank Forest-Steppe
<i>Назарчук О. П., Мойсієнко В. В.</i> Удосконалення елементів сортової технології вирощування ромашки лікарської в зоні Полісся України..... 75	<i>Nazarchuk O. P., Moisiienko V. V.</i> Improvement of the elements of varietal technology of <i>matricaria recutita</i> cultivationin the Polissia zone of Ukraine

<i>Олексяк В. М., Стасів О. Ф., Байструк-Глодан Л. З., Біловус Г. Я.</i>	<i>Oleksiak V. M., Stasiv O. F., Baistruk-Hlodan L. Z., Bilovus H. Ya.</i>
Оптимізація температурних режимів для проростання насіння пажитниці багаторічної (<i>Lolium perenne</i> L.)..... 95	Optimization of temperature modes for seed germination of perennial ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.).....(95)
<i>Потапов А. В., Грабовський М. В.</i>	<i>Potapov A. V., Hrabovskiy M. B.</i>
Формування площі листової поверхні та фотосинтетичних показників посівів буряків цукрових залежно від мікродобрив і систем фунгіцидного захисту... 110	Formation of leaf surface area and photosynthetic indicators of sugar beet crops depending on microfertilizers and fungicide protection systems
<i>Сметана С. І., Бугрин Л. М., Ільчиняк У. О., Пукало Д. Л.</i>	<i>Smetana S. I., Buhryn L. M., Ilchyniak U. O., Pukalo D. L.</i>
Поживність сіяних травостоїв залежно від удобрення та режиму використання..... 129	The nutrition of sowed grass stands depending from the fertilizer and the mode of use
<i>Щерба М. М., Качмар О. Й., Дубицька А. О., Вавринович О. В., Таравська О. В.</i>	<i>Shcherba M. M., Kachmar O. Y., Dubytska A. O., Vavrynovych O. V., Taravska O. V.</i>
Вплив удобрення на формування продуктивності ячменю ярого в короткоротаційних сівозмінах.. 140	Effect of fertilizer on formation of spring barley productivity in short rotation crop rotations
<i>Яцух К. І., Пристацька О. Н., Нікішичева К. С., Тимчук І. С.</i>	<i>Yatsukh K. I., Prystatska O. N., Nikishycheva K. S., Tymchuk I. S.</i>
Вплив комплексного застосування протруйників, стимуляторів росту та мікродобрив для передпосівної обробки насіння на ураженість кореневими гнилями та продуктивність пшениці озимої..... 164	The influence of the complex application of poisons, growth stimulants and microfertilizers for pre-sowing seed treatment on root rot affection and productivity of winter wheat

ТВАРИНИЦТВО

STOCKBREEDING

- Рівіс Й. Ф., Постосенко В. О., Саранчук І. І., Стадницька О. І., Клим О. Я., Дяченко О. Б., Шелевач А. В., Гопаненко О. О.*
Відтворна здатність бджолиних маток за впливу важких металів і жирних кислот бджолиного обніжжя..... 184
- Rivis Y. F., Postoienko V. O., Saranchuk I. I., Stadnytska O. I., Klym O. Ya., Diachenko O. B., Shelevach A. V., Hopanenko O. O.*
Reproductive ability of queen bees under the influence of heavy metalsand fatty acids of bee pollen 184
- Федак В. Д., Полуліх М. І., Стадницька О. І., Льницька Г. В.*
Легеневий газообмін у телиць і молочна продуктивність первісток симентальської породи Прикарпаття різних типів конституції..... 205
- Fedak V. D., Polulikh M. I., Smadnytska O. I., Ilnytska H. V.*
Pulmonary gas exchange in heifers and milk productivity of firstborn cows of the simental breed of the Precarpathiansof different constitution types 205
- Дяченко О. Б., Седіло Г. М., Тесак Г. В.*
Вміст незамінних поліненасичених жирних кислот та цинку у тканинах відгодівельного молодняку ВРХ за додаткового введення до їх раціону суміші соняшникової та лляної олій і різних доз сульфату цинку..... 217
- Diachenko O. B., Sedilo H. M., Tesak H. V.*
Content of essential polyunsaturated fatty acids and Zinc in the tissues of fattening young cattle with additional introduction to their diet of a mixture of sunflower and flaxseed oils and different doses of zinc sulfate 217

ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-1

УДК 631.472.5:631.582

М. В. ВОЙТОВИК, кандидат сільськогосподарських наук

Білоцерківський національний аграрний університет

Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква Київської обл., 09117,

e-mail: zemlerobstvo_@ukr.net

ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ АГРОЦЕНОЗІВ СОНЯШНИКУ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

Досліджено вплив систем удобрення й основного обробітку ґрунту на забур'яненість агроценозів соняшнику в короткоротаційних сівозмінах.

Встановлено, що при застосуванні мінеральної системи удобрення в сівозмінах була найменша кількість бур'янів, однодольних налічувалось на 68 % і дводольних на 14 % менше у порівнянні з варіантом без удобрення. Зменшення забур'яненості соняшнику на початку вегетації за мінеральної системи удобрення відбулось у просапній сівозміні до 184 шт./м², зернопросапній спеціалізованій – 170 шт./м², зернопросапній – 95 шт./м² і плодозмінній – 85 шт./м².

За мілкового безполицевого обробітку ґрунту на початку вегетації соняшнику відбулося зростання рясності бур'янів на 219 % у плодозмінній сівозміні, на 212 – зернопросапній, на 209 – зернопросапній спеціалізованій і на 195 % у просапній порівняно з диференційованим обробітком.

Органічна й органо-мінеральна система удобрення на період збирання врожаю соняшнику призводили до підвищення чисельності бур'янів відповідно на 25 % і 6,0 % порівняно з мінеральною системою.

Просапна сівозміна на час збирання соняшнику збільшувала забур'яненість агроценозу на 134 %, зернопросапна спеціалізована – 128 % і зернопросапна – 13 % порівняно з плодозмінною сівозміною.

За безполицевого обробітку ґрунту на період збирання врожаю соняшнику зафіксована менша рясність бур'янів у плодозмінній сівозміні на 8,5 %, зернопросапній – 5,6, зернопросапній спеціалізованій – 3,3 і просапній на 1,0 % порівняно з диференційованим обробітком.

Ключові слова: рясність бур'янів, система удобрення, обробіток ґрунту, однодольні, дводольні.

Mykhailo Voitovyk

Bila Tserkva National Agrarian University

Pollution of sunflower agrocenoses in short rotation crop rotations

The influence of fertilization systems and main tillage on weediness of sunflower agrocenoses in short-rotation crop rotations was studied.

© Войтовик М. В., 2023

It was established that the application of the mineral fertilization system in crop rotations resulted in the lowest number of weeds: 68 % fewer of monocotyledonous weeds and 14 % fewer dicotyledonous weeds compared to the option without fertilizer. The reduction of sunflower weediness at the beginning of the growing season under the mineral fertilization system occurred in row crop rotation to 184 units/m², specialized row crop rotation – 170 units/m², grain row crop rotation – 95 units/m² and crop rotation – 85 units/m².

With shallow tillage at the beginning of the sunflower growing season, there was an increase in the abundance of weeds by 219 % in crop rotation, by 212 % in grain crop rotation, by 209 % in specialized grain crop rotation, and by 195 % in row rotation compared to differentiated tillage.

The organic and organo-mineral fertilization system during the sunflower harvest period led to an increase in the number of weeds by 25 % and 6.0 %, respectively, compared to the mineral system.

Row crop rotation at the time of sunflower harvesting increased weediness of the agroecosystem by 134 %, grain row rotation specialized in 128 % and grain row crop by 13 % compared to crop rotation.

During the period of harvesting sunflowers, with shelf-less tillage, the abundance of weeds was recorded to be 8.5 % lower in crop rotation, 5.6 % in grain row rotation, 3.3 % in specialized grain row rotation, and 1.0 % in row rotation compared to differentiated tillage.

Keywords: abundance of weeds, fertilization system, tillage, monocotyledons, dicotyledons.

Вступ. На сьогодні у сільськогосподарському виробництві базовою проблемою захисту рослин є забур'яненість посівів. Основою успішного захисту посівів є прогноз, а основою прогнозу – моніторинг засміченості агроценозів. Необхідно прогнозувати видовий склад та рясність бур'янового угруповання, і з огляду на це розраховувати рівень можливих втрат від бур'янів [10, 21, 26, 28].

На світових і вітчизняних ринках сільськогосподарської продукції зростає попит на олійні культури, особливо соняшник однорічний (*Helianthus annuus* L.) та продукти його перероблення. Вирощування даної культури є досить рентабельним для сільськогосподарських товаровиробників і не потребує значних додаткових витрат. Саме тому все більшого значення набуває науково обгрунтоване дотримання сівозміни у процесі вирощування соняшнику [12]. Одержані наукові дані свідчать, що у структурі сівозміни соняшник повинен займати не більше 20 %. Важливим фактором підвищення продуктивності цієї олійної культури в сівозміні є основний обробіток ґрунту, що забезпечує збереження запасів продуктивної вологи, поліпшення мікробіологічного стану ґрунту та контролювання бур'янів. Останній фактор має вагомe значення в сучасних технологіях вирощування соняшнику [1].

Сегетальна рослинність знижує ефективність внесених добрив, збільшує витрати матеріалів і засобів захисту рослин, внаслідок чого останніми роками загальна шкода від них в аграрному секторі України оцінюється у 2–2,5 млрд гривень [14, 17, 24, 27].

У посівах більшості сільськогосподарських культур застосування добрив сприяє підвищенню урожайності та може по-різному впливати на забур'яненість полів, зменшуючи або збільшуючи частку шкідливих бур'янів. Одним із головних джерел забур'янення полів є органічні добрива, що містять життєздатне насіння бур'янів, кількість якого часто сягає декількох мільйонів штук у 1 т гною або компосту [14, 18].

Вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток бур'янів у посівах польових культур неоднозначний. В одних випадках відзначається, що при покращенні умов мінерального живлення посилюється забур'яненість посівів, в інших – що на удобрених ґрунтах темпи росту культурних рослин вищі, порівняно з неудобреними, що створює сприятливі умови для них у формуванні конкурентних відносин з бур'янами [6, 8, 25].

Основними способами контролю чисельності бур'янів у посівах сільськогосподарських культур є система обробітку ґрунту, дотримання сівозміни, система застосування добрив, хімічні способи догляду за посівами. Проте з метою якісного контролювання чисельності бур'янів в агрофітоценозах якогось одного способу не достатньо, їх необхідно застосувати у комплексі та з урахування типу забур'яненості [4, 23].

Системи обробітку ґрунту повинні забезпечувати ефективність проти бур'янів, підвищувати здатність агроценозів до саморегулювання у напрямку зниження частки бур'янового компонента. Вони визначають особливості розташування насіння бур'янів та органів їх вегетативного розмноження в орному шарі. Одним із найдавніших агротехнічних способів боротьби з бур'янами є механічний обробіток ґрунту. Раціональний обробіток ґрунту зменшує забур'яненість посівів на 50–60 % та сприяє підвищенню конкурентоспроможності культурних рослин. Полицейвий обробіток ґрунту вважається основним агротехнічним заходом боротьби з бур'янами, оскільки при ньому їх насіння загортається у глибинні шари, де потрапляє у несприятливі умови та втрачає свою життєздатність [11, 19, 22].

Метою досліджень є дослідити ефективність систем основного обробітку ґрунту і систем удобрення на забур'яненість посівів соняшнику за вирощування в короткоротаційних сівозмінах на чорноземах типових.

Матеріали і методи. Дослідження з вивчення забур'яненості посівів соняшнику проводили у стаціонарному польовому досліді Білоцерківського національного аграрного університету впродовж 2012–2021 рр.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибокий малогумусний середньосуглинковий з вмістом гумусу в 0–30 см шарі ґрунту 3,7–3,94 %, легкогідролізованого азоту (за методом Корнфільда) – 110, рухомих сполук фосфору і калію відповідно 120 і 110 мг/кг ґрунту. Водно-фізичні властивості ґрунту дослідної ділянки – сприятливі. Так, щільність ґрунту оброблюваного шару коливається у межах 1,16–1,25 г/см³, а загальна щільність становить 52–55 %.

Площа посівної ділянки 171 м², облікової – 112 м², повторність – 3-разова. Агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для зони.

Чергування культур короткоротаційних сівозмін наведено в таблиці 1.

1. Сівозміни та їх структура

№ поля	Сівозміни							
	плодо-зміна	%	зерно-просапна	%	зернопросапна спеціалізована	%	просапна	%
1	Люцерна	20	Соя	20	Гречка	20	Горох	20
2	Пшениця озима + гірчиця біла	20	Пшениця озима + гірчиця біла	20	Пшениця озима + гірчиця біла	20	Пшениця озима + гірчиця біла	20
3	Буряки цукрові	10	Соняшник	20	Кукурудза на зерно	10	Соняшник	20
	Соняшник	10			Соняшник	10		
4	Гречка	20	Ячмінь + гірчиця біла	20	Ячмінь + гірчиця біла	20	Кукурудза на зерно	20
5	Ячмінь + люцерна	20	Кукурудза на зерно	20	Соняшник	20	Соняшник	20

Градації систем удобрення. Нульовий рівень – без добрив. Органічна – мінеральні добрива не застосовувалися з внесенням на 1 га ріллі 11 т органічних добрив, із них 8 т гною і 3 т – маса сидеральних культур, побічна продукція у перерахунку на гній. Органо-мінеральна – для відтворення родючості ґрунту пріоритетне

використання органічних добрив, внесення 8 т гною на 1 га сівозмінної площі та 3,5 т маси післяжнивних сидератів, нетоварної частини врожаю. Під соняшник у всіх сівозмінах внесено $N_{60}P_{30}K_{30}$ кг/га д.р. Мінеральна система – із внесенням у всіх сівозмінах 8 т гною на 1 га сівозмінної площі. Під соняшник у всіх сівозмінах внесено $N_{80}P_{80}K_{80}$ кг/га д.р.

Градації систем обробітку ґрунту. Диференційований (контроль) – проведення полицевого обробітку ґрунту у полях буряків цукрових і соняшнику, під пшеницю озиму, одного мілкого безполицевого обробітку під гречку та один раз чизельного обробітку під ячмінь. У всіх досліджених сівозмінах під соняшник проводиться оранка на 25–27 см. Полицево-безполицевий – проведення за ротацію сівозміни 1 раз різноглибинної оранки під просапні культури, два рази мілкого безполицевого обробітку під пшеницю озиму і гречку та 1 раз – чизельного обробітку під ячмінь. Мілкий безполицевий – проведення обробітку ґрунту дисковими знаряддями на глибину 10–12 см під усі культури сівозміни.

На всіх варіантах рештки соломи пшениці після збору урожаю подрібнювали й заробляли її у ґрунт дисковою бороною. Після збору пшениці проводили підготовку ґрунту до сівби гірчиці білої на сидеральну масу. В кінці вересня – на початку жовтня післяжнивні посіви гірчиці по всіх варіантах заробляли у ґрунт.

Під час проведення досліджень використовували польовий, кількісно-ваговий, розрахунково-порівняльний та математико-статистичний методи. Польові досліді та супутні дослідження проводили за відповідними методиками [9].

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за допомогою комп'ютерної програми Excel 11.0.6560.0.

Результати та обговорення. Найбільшу забур'яненість соняшнику спостерігали за просапної сівозміни з 40 % насиченням і зернопросапної спеціалізованої з 30 % його насиченням в короткоротаційних сівозмінах. У просапній сівозміні з 40 % насиченням соняшнику за застосування органічної системи призводило до зростання забур'яненості соняшнику на 29,4 % у порівнянні з мінеральною системою удобрення. За органічної системи удобрення на початку вегетації соняшнику чисельність дводольних бур'янів становила – 204 шт./м², однодольних – 42 шт./м² (табл. 2).

Висока забур'яненість соняшнику у просапній сівозміні обумовлена впливом попередника – гороху, який збільшує засміченість агроценозу. У зернопросапній спеціалізованій сівозміні з 30 % насиченням соняшнику, де попередником соняшнику була

гречка, на фоні органічної системи удобрення чисельність бур'янів досягала 225 шт./м², 163 шт./м² дводольні й 62 шт./м² однодольні.

2. Забур'яненість агроценозів сояшнику на початку вегетації, шт./м²

Сівозміна	Система удобрення	Всього, шт./м ²	Бур'яни	
			однодольні	дводольні
Плодозмінна	Без добрив	115	25	90
	Органічна	93	19	74
	Органо-мінеральна	89	14	75
	Мінеральна	85	8	77
Зернопросапна	Без добрив	115	25	90
	Органічна	110	32	78
	Органо-мінеральна	98	17	81
	Мінеральна	95	21	74
Зернопросапна спеціалізована	Без добрив	253	33	220
	Органічна	225	62	163
	Органо-мінеральна	195	31	164
	Мінеральна	170	51	119
Просапна	Без добрив	268	48	220
	Органічна	246	42	204
	Органо-мінеральна	190	55	135
	Мінеральна	184	30	154

НІР₀₅ для сівозміни

22,5

4,1

18,2

НІР₀₅ для системи удобрення

21,2

7,6

31,3

Наявність у ланці плодозмінної сівозміни чорного пару вплинула на суттєве зниження чисельності бур'янів не тільки у посівах пшениці озимої та наступних цукрових буряків, але й сприяла значному зменшенню їх кількості у посівах ячменю з підсівом багаторічних трав [16].

Збільшення дводольних бур'янів є особливо небезпечним, вони відрізняються біохімічною та морфологічною особливістю, а також строками проростання насіння. Застосування гербіцидів не забезпечує частоту агроценозів, якщо не використовувати інші агротехнічні та фітоценотичні методи контролю забур'яненості [7].

На фоні застосування мінеральної системи удобрення спостерігалася найменша чисельність бур'янів, однодольних зійшло на 68 % і дводольних на 14 % менше порівняно з неудобреним варіантом. Зниження забур'яненості посівів у плодозмінній короткоротаційній сівозміні обумовлено зростанням мінералізаційних процесів у ґрунті, які сприяли зменшенню проростання насіння бур'янів.

Вирощування люцерни за плодозмінної сівозміни сприяє зменшенню чисельності бур'янів до 89 шт./м² за органо-мінеральної й до 93 шт./м² за органічної системи удобрення.

За мінеральної системи удобрення спостерігається зменшення забур'яненості соняшнику у просапній сівозміні до 184 шт./м², зернопросапній спеціалізованій – 170 шт./м², зернопросапній – 95 шт./м², плодозмінній – 85 шт./м², серед яких переважали дводольні бур'яни.

Більші втрати врожаю сої від бур'янів спостерігались за умов погіршеного забезпечення рослин елементами живлення [2].

За органічної системи удобрення відзначається тенденція до збільшення кількості малорічних бур'янів. Близька закономірність в контрольованій забур'яненості спостерігається в посівах просапних зернових культур [13].

Наукові дані з питань впливу різних способів обробітку ґрунту свідчать про те, що більшість науковців схиляється до висновку про зниження кількості та маси бур'янів під впливом полицевого обробітку. При цьому спостерігається зниження загальної кількості бур'янів, у тому числі коренепаросткових [15, 29].

На початку вегетації культур сівозмін спостерігається чітке істотне зростання забур'яненості дослідних ділянок на варіанті мілкого безполицевого обробітку ґрунту (табл. 3).

3. Забур'яненість агроценозів соняшнику залежно від обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах на початку вегетації, шт./м²

Система обробітку ґрунту	Сівозміна							
	плодо-зміна		зерно-просапна		зернопросапна спеціалізована		просапна	
	I	II	I	II	I	II	I	II
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диференційований (контроль)	167	55	183	58	192	61	216	69
		112		125		131		147

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полицево- безполицевий	156	48	174	53	187	57	209	70
		108		121		130		139
Мілкий безполицевий	366	231	389	233	402	261	423	289
		135		156		141		134

НР₀₅

10,3

15,4

21,2

16,4

Примітка: I – всього бур'янів; II – однодольні і дводольні; чисельник – кількість однодольних бур'янів; знаменник – кількість дводольних бур'янів.

За проведення мілкого безполицевого обробітку ґрунту під соняшник на 10–12 см, у всіх сівозмінах забур'яненість посівів його становила за плодозмінної – 366 шт./м², серед них 231 – однодольні, а 135 шт./м² дводольні бур'яни, тоді як на фоні полицево-безполицевого 48 – однодольні, 108 шт./м² – дводольні, на цьому варіанті перевага була за дводольними бур'янами.

За мілкого безполицевого обробітку спостерігалось зростання рясності бур'янів на 219 % у плодозмінній сівозміні, на 212 – у зернопросапній, на 209 – у зернопросапній спеціалізованій, на 195 – у просапній порівняно з контролем, що пояснюється глибиною і способом обробітку ґрунту. Аналіз одержаної інформації під час першого обліку бур'янів вказує на зміни ботанічної структури бур'янової синузії в сівозміні у бік збільшення частки малорічних однодольних та багаторічних видів порівняно з контролем під впливом безполицевого обробітку і зменшення за системи полицево-безполицевого основного обробітку.

Низка закордонних і вітчизняних дослідників прийшли до висновку, що полицевий обробіток є більш надійним заходом контролю бур'янів, особливо багаторічних, ніж обробіток дисковими луцильниками чи плоскорізними знаряддями [3, 20, 27].

Вожегова Р. В. та інші зазначають, що використання дискового обробітку на 12–14 см у системі диференційованого обробітку ґрунту мілкого одно глибинного розпушування призвело до збільшення чисельності бур'янів у 2,9 раза [5].

Аналіз обліку забур'яненості на період збирання врожаю культури в короткоротаційних сівозмінах дає можливість більш повно представити матеріали з метою проектування ефективних заходів боротьби з ними (табл. 4).

Серед досліджених систем удобрення перед збиранням урожаю в середньому у сівозмінах на мінеральному варіанті посіви були найменш забур'янені за показниками рясності бур'янів. У системах органічної й органо-мінерального удобрення цей показник перевищував варіант мінерального на 25 та 6,0 % відповідно. Різке

зростання забур'яненості відбулося на цих варіантах за рахунок малорічних однодольних і багаторічних.

4. Забур'яненість агроценозів соняшнику на період збирання врожаю, шт./м²

Сівозміна	Система удобрення	Всього, шт./м ²	Бур'яни	
			однодольні	дводольні
Плодозмінна	Без добрив	55	11	44
	Органічна	46	7	39
	Орґано-мінеральна	43	6	37
	Мінеральна	41	3	38
Зернопросапна	Без добрив	60	12	48
	Органічна	52	14	38
	Орґано-мінеральна	48	6	42
	Мінеральна	48	8	40
Зернопросапна спеціалізована	Без добрив	132	19	113
	Органічна	111	28	83
	Орґано-мінеральна	92	13	79
	Мінеральна	85	20	65
Просапна	Без добрив	129	21	108
	Органічна	121	19	102
	Орґано-мінеральна	95	23	72
	Мінеральна	89	14	75
НІР ₀₅ для сівозміни		9,8	2,6	7,4
НІР ₀₅ для системи удобрення		23,3	3,4	15,1

Плодозмінна сівозміна виявилася найкращою у протибур'яновій ефективності. Так, у даній сівозміні бур'янів на час збирання соняшнику зафіксовано 46 шт./м², у зернопросапній спеціалізованій і просапній було більше на 59 і 62 шт./м² відповідно.

Найвищу забур'яненість із 40 % насиченням соняшнику отримали у просапній сівозміні, яка становила 108 шт./м², із них 89 дводольні, що негативно вплинуло на підвищення показника урожайності культури.

З варіантів основного обробітку ґрунту у короткоротаційних сівозмінах кращим за чистотою полів від бур'янів на період збирання врожаю виявився полицево-безполіцевий обробіток (табл. 5).

5. Забур'яненість агроценозів соняшнику залежно від обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах на період збирання врожаю, шт./м²

Система обробітку ґрунту	Сівозміна							
	плодозміна		зерно-просапна		зерно-просапна спеціалізована		просапна	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Диференційований (контроль)	82	26 56	88	28 60	90	30 60	101	34 67
Полицево-безполицевий	75	22 53	83	26 57	87	28 59	100	33 67
Мілкий безполицевий	188	109 79	187	114 73	189	128 61	198	140 58
НР ₀₅	6,2		5,7		8,4		11,6	

Примітка: I – всього бур'янів; II – однодольні і дводольні; чисельник – кількість однодольних бур'янів; знаменник – кількість дводольних бур'янів.

Рясність бур'янів на цьому варіанті менша у плодозмінній сівозміні на 8,5 %, зернопросапній – 5,6, зернопросапній спеціалізованій – 3,3 і просапній на 1,0 % порівняно з диференційованим обробітком. Застосування безполицевого обробітку призводило до істотного зростання рясності бур'янів порівняно з контролем. За результатами передзбирального обліку рясності бур'янів за роки досліджень найменшою конкурентною здатністю відрізнялася просапна і зернопросапна спеціалізована сівозміна, була більшою на 10–33 % порівняно з плодозмінною сівозміною.

Виявлено неістотний обернений кореляційний зв'язок між урожайністю соняшнику і забур'яненістю на час сходів соняшнику ($r = -0,60 \pm 0,32$), рівняння регресії ($Y = 313,69 - 70,08X$) та на період збирання врожаю ($r = -0,61 \pm 0,32$), рівняння регресії ($Y = 156,80 - 35,4X$).

Висновки. Збільшення норми добрив в короткоротаційних сівозмінах призводить до зменшення забур'яненості посівів соняшнику, серед яких переважали дводольні бур'яни.

Дослідження впливу факторів на забур'яненість агроценозів у короткоротаційних сівозмінах на початку вегетації соняшнику показало, що вона залежить від систем удобрення на 39 %, систем обробітку ґрунту на 52 %. Застосування мілкого безполицевого обробітку в короткоротаційних сівозмінах призводить до різкого зростання забур'яненості агроценозів з перевагою однодольних бур'янів, тоді як за полицево-безполицевого обробітку дводольних.

Найвищу забур'яненість на час збирання соняшнику зафіксовано за просапної сівозміни.

Просапна сівозміна на час збирання соняшнику збільшувала забур'яненість агроценозу на 134 %, зернопросапна спеціалізована на 128 % і зернопросапна на 13 % порівняно з плодозмінною сівозміною.

Список використаної літератури

1. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшнику в умовах Степу України / І. Д. Ткаліч та ін. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 44–52. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0006>.

2. Вавринович О. В., Качмар О. Й. Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів сої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (1). С. 8–21. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521/2020-\(68\)-1-1](https://doi.org/10.32636/01308521/2020-(68)-1-1).

3. Вплив основного обробітку ґрунту та удобрення на забур'яненість посівів соняшнику / Р. А. Гутянський та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 1. С. 60–68. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)).

4. Вплив способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення на забур'яненість посівів польових культур / В. П. Ткачук та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 70–74.

5. Забур'яненість пшениці озимої за мінімізованої та нульової систем основного обробітку ґрунту, вдобрення та сидерації / Р. В. Вожегова та ін. *Аграрні інновації*. 2020. 4. С. 5–9. DOI: [10.32848/agra.innov.2020.4.1](https://doi.org/10.32848/agra.innov.2020.4.1).

6. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Київ : Світ, 2001. 234 с.

7. Контролювання сеgetальної рослинності за адаптивних систем обробітку ґрунту у зоні Лісостепу України / М. М. Пташник та ін. *Землеробство та рослинництво : теорія і практика*. 2021. Вип. 1. С. 32–42.

8. Міщенко Ю. Г., Масик І. М. Контроль забур'яненості ґрунту та посівів буряків цукрових післязливними сидератами за різних обробітків. *Ukrainian journal of Ecology*. 2017. 7 (4). P. 517–524.

References

1. Agrotechnical measures to increase the yield of sunflower seeds in the conditions of the Steppe of Ukraine / I. D. Tkalich et al. *Zernovi kultury*. 2018. Vol. 2. No 1. P. 44–52. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0006>.

2. Vavrynovych O. V., Kachmar O. I. The influence of the crop rotation factor on the herbological condition of soybean crops. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. Vyp. 68 (1). P. 8–21. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521/2020-\(68\)-1-1](https://doi.org/10.32636/01308521/2020-(68)-1-1).

3. The influence of the main tillage and fertilization on weediness of sunflower crops / R. A. Hutianskyi et al. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomorja*. 2021. Vol. 1. P. 60–68. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)).

4. The influence of methods of main soil cultivation and fertilization systems on weediness of field crops / V. P. Tkachuk et al. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No 1. P. 70–74.

5. Contamination of winter wheat under minimized and zero systems of main tillage, fertilization and sideration / R. V. Vozhehova et al. *Ahrarni innovatsii*. 2020. 4. P. 5–9. DOI: [10.32848/agra.innov.2020.4.1](https://doi.org/10.32848/agra.innov.2020.4.1).

6. Ivashchenko O. O. Weeds in agrophytocenoses. Kyiv : Svit, 2001. 234 p.

7. Control of segetal vegetation under adaptive tillage systems in the Forest-Steppe zone of Ukraine / M. M. Ptashnik et al. *Zemlerobstvo ta roslynnytstvo : teoriia i praktyka*. 2021, Vol. 1. P. 32–42.

8. Mishchenko Yu. H., Masyk I. M. Control of weediness of soil and sugar beet crops with post-harvest siderates under different treatments. *Ukrainian journal of Ecology*. 2017. 7 (4). P. 517–524.

9. Мойсейченко В. А., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.
10. Моніторинг забур'яненості посівів сої у короткоротаційній сівозміні / М. Ткаченко та ін. Вісник аграрної науки. 2022. № 7. С. 29–35.
11. Павліченко А. А. Зміна забур'яненості сівозміни за різних систем основного обробітку ґрунту і удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018, № 1. С. 29–32. DOI: <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2018-1-29-32>.
12. Перетятко І. В. Економічна ефективність виробництва соняшнику в сільськогосподарських підприємствах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 2. С. 175–179.
13. Свиридов А. М., Колос М. О., Свиридова Л. А. Вплив технологій обробітку ґрунту на забур'яненості провідних зернових культур в північному Степу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. № 2. С. 115–118.
14. Соколовська І. М. Моніторинг засміченості агрофітоценозів зернових культур насінням бур'янів. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 132–138. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.18>.
15. Танчик С. П., Фецишин М. М. Забур'яненість ланки польової сівозміни за різних систем землеробства. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 20. С. 110–115.
16. Цвей Я. П., Тищенко М. В., Філоненко С. В. Моніторинг забур'яненості посівів сільськогосподарських культур у ланці зернобурякової сівозміни у виробничих умовах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 23–30.
17. Alansary R., Elkhoully, Taher A., Slama, Elmabruk A. Al Hireereeq. Survey of Global Crop Loss. *Balance journal – in Applied and Humanities*. Issue 2. 2021. P. 9–19.
18. Bewket Getachew Bekele. Review on Characteristics, Causes and Factors that affect Crop Weed Competition. *G.S.J.* 2022. V. 10, No 1. P. 1–10.
9. Moiseichenko V. A., Yeshchenko V. O. Basics of scientific research in agronomy. Kyiv : Vyshcha shkola, 1994. 334 p.
10. Monitoring of weediness of soybean crops in short rotation crop rotation / M. Tkachenko et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2022. No 7. P. 29–35.
11. Pavlichenko A. A. Change in weediness of crop rotation under different systems of main tillage and fertilization. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2018, No 1. P. 29–32. DOI <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2018-1-29-32>.
12. Peretiakko I. V. Economic efficiency of sunflower production in agricultural enterprises of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2013. No 2. P. 175–179.
13. Svyrydov A. M., Kolos M. O., Svyrydova L. A. The influence of tillage technologies on weediness of leading grain crops in the Northern Steppe of Ukraine. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2017, No 2. P. 115–118.
14. Sokolovska I. M. Monitoring of weed seed contamination of agrophytocenoses of cereal crops. *Ahrarni innovatsii*. 2023. No 17. P. 132–138. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.18>.
15. Tanchyk S. P., Fedyshyn M. M. Pollution of the field crop rotation under different farming systems. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2014. Vol. 20. P. 110–115.
16. Tsvei Ya. P., Tyshchenko M. V., Filonenko S. V. Monitoring of weediness of agricultural crops in the beet crop rotation chain under production conditions. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No 1. P. 23–30.
17. Alansary R., Elkhoully, Taher A., Slama, Elmabruk A. Al Hireereeq. Survey of Global Crop Loss. *Balance journal – in Applied and Humanities*. Issue 2. 2021. P. 9–19.
18. Bewket Getachew Bekele. Review on Characteristics, Causes and Factors that affect Crop Weed Competition. *G.S.J.* 2022. V. 10, No 1. P. 1–10.

No 2. P. 317–333. Online: ISSN 2320-9186
www.globalscientificjournal.com.

19. Effect of soil variation and soil tillage systems on soil weed seedbank / R. Krawczyk et al. *Prog. Plant Prot. Post. Ochr. Roślin.* 2008. 48. P. 276–280.

20. Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium off take of sugar beet crops grown on soils of different potassium status / Y. F. J. Milford et al. *Agricultural Sciences.* 2000. No 1. P. 1–10.

21. Efficiency of control of segetal vegetation in oats in organic agriculture / I. Martyniuk et al. *Agriculture and Plant Sciences: theory and practice.* 2022. No 1. P. 17–23. DOI: 10.54651/agri.2022.01.02.

22. Koller K. Techniques of Soil Tillage, in Soil Tillage in Agroecosystems; Titi, A. E., Ed.; CRC Press : Boca Raton, FL, USA. 2003. P. 1–25.

23. Monitoring of sugar beet crops weediness depending on agriculture systems / O. Tsyuk et al. *AgroLife Scientific journal.* 2021. V. 10. No 1. P. 242–247.

24. Pinke G., Pal R., Botta-Dukat Z. Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields in western Hungary. *Cent. Eur. J. Biol.* 5(2). 2010. P. 283–292. DOI: 10.2478/s11535-009-0079-0.

25. Scherner A., Melander B., Kudsk P. Vertical distribution and composition of weed seeds within the plough layer after eleven years of contrasting crop rotation and tillage schemes. *Soil and Tillage Research.* 2016. V. 161. P. 135–142. <https://doi.10.1016/j.still.2016.04.005>.

26. The Problem of Weed Infestation of Agricultural Plantations vs. the Assumptions of the European Biodiversity Strategy / A. Kubiak et al. *Agronomy.* 2022. 12(8). 1808. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081808>.

27. Tsyuk O., Myroshnychenko M., Tsvey Y. Control of weeds in agrophytocenosis of winter wheat depending on soil treatment and fertilization system. *AgroLife Scientific journal.* 2021. V. 10 (2). P. 197–202.

28. Verheles P. Control of corn pollution in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Plant protection.* 2022. No 27. 2022. P. 110–127. DOI:

V. 10, No 2. P. 317–333. Online: ISSN 2320-9186

www.globalscientificjournal.com.

19. Effect of soil variation and soil tillage systems on soil weed seedbank / R. Krawczyk et al. *Prog. Plant Prot. Post. Ochr. Roślin.* 2008. 48. P. 276–280.

20. Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium off take of sugar beet crops grown on soils of different potassium status / Y. F. J. Milford et al. *Agricultural Sciences.* 2000. No 1. P. 1–10.

21. Efficiency of control of segetal vegetation in oats in organic agriculture / I. Martyniuk et al. *Agriculture and Plant Sciences: theory and practice.* 2022. No 1. P. 17–23. DOI: 10.54651/agri.2022.01.02.

22. Koller K. Techniques of Soil Tillage, in Soil Tillage in Agroecosystems; Titi, A. E., Ed.; CRC Press : Boca Raton, FL, USA. 2003. P. 1–25.

23. Monitoring of sugar beet crops weediness depending on agriculture systems / O. Tsyuk et al. *AgroLife Scientific journal.* 2021. V. 10. No 1. P. 242–247.

24. Pinke G., Pal R., Botta-Dukat Z. Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields in western Hungary. *Cent. Eur. J. Biol.* 5(2). 2010. P. 283–292. DOI: 10.2478/s11535-009-0079-0.

25. Scherner A., Melander B., Kudsk P. Vertical distribution and composition of weed seeds within the plough layer after eleven years of contrasting crop rotation and tillage schemes. *Soil and Tillage Research.* 2016. V. 161. P. 135–142. <https://doi.10.1016/j.still.2016.04.005>.

26. The Problem of Weed Infestation of Agricultural Plantations vs. the Assumptions of the European Biodiversity Strategy / A. Kubiak et al. *Agronomy.* 2022. 12(8). 1808. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081808>

27. Tsyuk O., Myroshnychenko M., Tsvey Y. Control of weeds in agrophytocenosis of winter wheat depending on soil treatment and fertilization system. *AgroLife Scientific journal.* 2021. V. 10 (2). P. 197–202.

28. Verheles P. Control of corn pollution in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Plant protection.* 2022.

<https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-9>.

29. Weed Flora and Soil Seed Bank Composition as Affected by Tillage System in Three-Year Crop Rotation / B. Feledyn-Szewczyk et al. *Agriculture*. 2020. 10 (5). 186. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050186>.

30. Weed dynamics and management in wheat / K. Jabran et al. *Advances in Agronomy*. 2017. V. 145. P. 97–166. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.05.002>.

No 27. 2022. P. 110–127. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-9>.

29. Weed Flora and Soil Seed Bank Composition as Affected by Tillage System in Three-Year Crop Rotation / B. Feledyn-Szewczyk et al. *Agriculture*. 2020. 10 (5). 186. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050186>.

30. Weed dynamics and management in wheat / K. Jabran et al. *Advances in Agronomy*. 2017. V. 145. P. 97–166. doi: 10.1016/bs.agron.2017.05.002.

Отримано 4 липня 2023 р.

Погоджено до друку 4 серпня 2023 р.

ПОЛЬОВА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ*

Важливим резервом у поліпшенні родючості як зелене добриво, збагаченні органічною речовиною, дренаванні важких солонцюватих ґрунтів є гірчиця біла. Ця культура здатна засвоювати фосфор із малодоступних форм, є фітомеліорантом – її кореневі й пожнивні рештки пригнічують розвиток багатьох хвороб, збудники яких живуть у ґрунті. Застосування гірчичних сидератів дає можливість компенсувати значну частку біологічних форм та мінеральних фосфорно-калійних добрив. Залишає близько 10 т/га пожнивних решток у повітряно-сухій масі, які за правильного залучення в ґрунтово-поглинальний комплекс можуть поліпшити показники наявності органічної речовини. Це перспективна повністю ліквідна культура, оскільки біологія рослини дає змогу використовувати її не тільки як добрий попередник, що здатний поліпшити агрофізичні та фітосанітарні властивості ґрунту, а й як зелене добриво, насіння застосовують у багатьох галузях виробництва, а із сухих рослинних решток формують паливні пелети. Гірчичний шрот як побічний продукт після знежирення та подрібнення перетворюється на гірчичний порошок, що ціниться на вітчизняному та зовнішньому ринках на рівні з олією. Він є основним компонентом столової гірчиці та майонезу, різноманітних соусів та приправ, маринадів та сумішей для консервування. Високий вміст біологічно активних речовин, потрібних нашому організмові (вітаміни (А, D, Е, К, Р), поліненасичені жирні кислоти, фітостерол, хлорофіли, фітонциди, глікозиди тощо) вирізняє гірчичну олію.

Представлено результати досліджень, проведених у відділі насінництва та насіннезнавства, на сірих лісових поверхнево оглєсних ґрунтах зони Західного Лісостепу за 2021–2023 рр. Виявлено різний вплив на польову схожість насіння гірчиці білої стимуляторів росту, застосованих у передпосівній обробці насіння, мінеральних добрив, способів сівби й норм висіву насіння. Встановлено, що процес проростання насіння нерозривно пов'язаний з запасами продуктивної вологи посівного шару ґрунту (0–10 см) у період сівби – сходи та температурним режимом. Обґрунтовано, що стимулятори росту, під впливом яких проходило інтенсивне поглинання вологи та активація ферментів в обробленому насінні, забезпечували підвищення польової схожості на 0,9–2,9 %. Найбільш ефективною була передпосівна обробка баковою сумішшю протруйника модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з стимулятором росту плантаген у нормі 0,4 л/т, за якої в роки

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, О. Ф. Стасів.

© Волощук М. Ю., 2023

досліджень середній відсоток польової схожості становив 95,4. Способи сівби і норми висіву насіння не мали достовірного впливу на польову схожість, цей показник переважно залежав від якості посівного матеріалу. Під впливом збільшення норм внесення фосфорно-калійних добрив відмінності між варіантами досліду були несуттєві.

Ключові слова: гірчиця біла, сорт, стимулятори росту, мінеральні добрива, способи сівби, норми висіву насіння, польова схожість.

Mariia Voloshchuk

Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

Field germination of white mustard seeds depending on agrotechnical measures

White mustard is an important reserve as a green fertilizer in improving soil fertility, enriching it with organic matter and draining heavy alkaline soils. This culture is able to assimilate phosphorus from inaccessible forms, is a phytomeliorant – root and stubble remains suppress the development of many diseases, the pathogens, many of which live in the soil. The use of mustard green manures makes it possible to compensate for a significant proportion of biological forms and mineral phosphorus-potassium fertilizers. It leaves about 10 t/ha of crop residues in the air-dry mass, which, if properly incorporated into the soil-absorbing complex, can improve the presence of organic matter. This is a promising one hundred percent liquid crop, since the biology of the plant allows it to be used not only as a good predecessor that can improve the agrophysical and phytosanitary properties of the soil, but also as a green fertilizer. Seeds are used in many industries and fuel pellets are formed from dry plant residues. Mustard meal as a by-product after degreasing and grinding turns into mustard powder – it is valued on the domestic and foreign markets on a par with a sunflower oil. It is the main component of table mustard and mayonnaise, sauces and seasonings, marinades and canning mixes. The high content of biologically active substances required by our body (vitamins (A, D, E, K, P), polyunsaturated fatty acids, phytosterol, chlorophylls, phytoncides, glycosides, etc.) distinguishes mustard oil.

The results of studies carried out in the department of seed production and seed science on gray forestal surface-gleyed soils of the Western Forest-Steppe zone in 2021–2023 are presented. It has been established that the process of seed germination is inextricably linked with the reserves of productive moisture of the sowing soil layer (0–10 cm) during the sowing-shooting period, seeding rates and the temperature regime. It has been substantiated that growth stimulants, under the influence of which intensive moisture absorption and enzyme activation in treated seeds took place, provided an increase in field germination by 0.9–2.9 %. The most effective was the pre-sowing treatment with the tank mixture of the modesto disinfectant, 48 % t. l. s. (12.5 l/t) with plantagen growth stimulator at a rate of 0.4 l/t, at which the average percentage of field germination was 95.4 during the years of research. Sowing methods and seeding rates did not have a significant effect on field germination, this indicator mainly depended on the quality of the seed. Under the influence of an increase in the application rates of phosphorus-potassium fertilizers, the differences between the variants of the experiment were insignificant.

Keywords: white mustard, variety, growth stimulants, mineral fertilizers,

sowing methods, seeding rates, field germination.

Вступ. Основою для визначення рівномірних сходів у польових умовах є вивчення процесу проростання насіння. Біохімічні зміни в насінині починаються на стадії бубнявіння (ВВСН 00–03), за інтенсивністю якого можна визначити, як швидко розпочнуться та протікатимуть процеси перетворення запасних високомолекулярних речовин у низькомолекулярні і наскільки інтенсивно проходитимуть наступні етапи росту і розвитку паростків, коренів [14].

Найважливішим і найскладнішим завданням у вирощуванні гірчиці білої є одержання вирівняних і одночасних сходів. Ефективні способи підвищення польової схожості гарантують приріст урожайності, зменшення витрат насіння та пестицидів і таким чином вирішують надзвичайно важливі проблеми економічного та екологічного характеру [7].

Схожість є найбільш важливим показником посівних якостей насіння. Вона вказує на його здатність до нормального проростання в польових умовах, а надалі впливає на формування потрібної густоти рослин і врожайність [18].

Польову схожість насіння важко прогнозувати, оскільки вона залежить від постійно мінливих факторів зовнішнього середовища в період проростання та початкового росту рослин. Оптимальною є вологість ґрунту 70 % повної вологості на глибині загортання насіння, тому на сухих і розпушених ґрунтах польова схожість насіння підвищується після коткування, яке сприяє надходженню вологи до висіяного насіння. Насіння зі зниженою лабораторною схожістю у виробництві потрібно замінювати кондиційним [25].

Розширення різноманіття та сталого вирощування якісного насіння олійних культур як у світі в цілому, так і в Україні зокрема, є досить актуальним з огляду на низку чинників: гостру потребу в сировині, зміну погодних, кліматичних умов та структури фітоценозів, а також зважаючи на розвиток та поширення специфічних хвороб і шкідників, адаптивну здатність видів та сортів тощо [2, 4, 17].

Інноваційним напрямом сучасної аграрної науки має бути розробка агротехнологічних прийомів підвищення врожайності олійних культур за зниження собівартості продукції та енерговитрат на її виробництво, екологізації землеробства за рахунок застосування регуляторів росту [8, 21, 24].

Широке використання регуляторів росту рослин – одне з пріоритетних спрямувань у світовій практиці рослинництва. Законодавство багатьох розвинених країн забороняє або обмежує масове використання в сільському господарстві трансгенних рослин і

хімічних препаратів. Тому на зміну хімічним засобам підвищення врожайності надходять препарати природного походження, які дозволяють повніше реалізувати потенційні можливості рослин, закладені природою та селекцією, регулювати строки дозрівання, поліпшувати якість продукції та підвищувати врожай сільськогосподарських культур. Потрапляючи в рослину, стимулятори росту включаються в обіг речовин, внаслідок чого активізуються біохімічні процеси, що приводить до підвищення рівня життєздатності рослин [16, 23, 28].

Потужний фундамент майбутнього врожаю забезпечує передпосівна обробка насіння стимуляторами росту [27, 30, 31].

Оскільки активна фаза життя рослин починається саме з моменту проростання, то першим етапом у технології вирощування культури є підвищення життєздатності та схожості насіння. Тому для активізації генетичного потенціалу зародків доцільно додавати не тільки засоби захисту, а й біологічно активні речовини, що регулюють подальший розвиток рослини [3, 11, 15].

М. М. Маренич, С. О. Юрченко висвітлюють результати досліджень посівних властивостей насіння, обробленого новими препаратами гумінової природи, які виробляє компанія «Soil-Biotics» (США). Вони встановили, що обробка насіння препаратом seed treatment сприяє швидшому наростанню органічної маси, активації водопоглинальної здатності насіння та інтенсифікує ростові процеси. Відзначено позитивну дію препарату на схожість насіння за умов витримки впродовж 45 діб. Застосування препарату foliar concentrate також посилювало ростові процеси та сприяло наростанню кореневої маси проростків [10].

В умовах Південного Степу О. Г. Жуйков встановив позитивний ефект від застосування в посівах гірчиці стимуляторів росту в контексті їх впливу на насінневу продуктивність і вміст у насінні олії – максимальні значення цих показників виявлено за варіантами використання препаратів гілея-Старт та біотрансформатор [6].

Досліджуючи вплив різних регуляторів росту рослин на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику за умов недостатнього зволоження Південного Степу України, О. А. Єременко, В. В. Калитка, С. М. Каленська встановили, що передпосівна обробка насіння соняшнику сорту Лакомка РРР вимпел та АКМ збільшувала площу листової поверхні відповідно на 18 і 57 %, скорочувала тривалість фенологічних фаз розвитку у середньому на 2–4 доби, підвищувала стійкість рослин до абіотичних стресів та збільшувала врожайність на 12–34 %. Однак частка впливу водного дефіциту року дослідження (60,1 %) значно перевищує частку впливу РРР (37,3 %) [5, 26, 29].

За результатами досліджень С. О. Бутенко, Цзя Пей Пей встановлено, що для умов Північно-Східного Лісостепу України для отримання насіння з високими показниками якості для гірчиці білої сорту Біла принцеса доцільно комплексне застосування регуляторів росту біофордж та фаст-Старт, що забезпечує врожайність понад 2,2 т/га насіння та 0,6 т/га олії [1].

Дослідженнями ряду вчених встановлено, що для підвищення лабораторної і польової схожості насіння, зростання вегетативної маси і виживаності рослин протягом вегетації, підвищення показників продуктивності рослин гірчиці білої сорту Талісман доцільно проводити передпосівну обробку насіння фізіологічно активними препаратами. Для стабільного за роками підвищення врожайності гірчиці білої на 0,15–0,27 т/га передпосівну стимуляцію насіння слід проводити препаратами байкал ЕМ IV і вимпел. Позитивний вплив передпосівної обробки насіння препаратами вимпел і байкал ЕМ IV на енергію проростання та лабораторну схожість вирощеного насіння свідчить про можливість їх використання на насінницьких посівах [22].

В. М. Сендецький стверджує, що застосування регуляторів росту вермимаг і вермийодіс уможливує повніше реалізувати генетичний потенціал рослин соняшнику, регулювати строки дозрівання, збільшувати врожайність культури і поліпшувати якість продукції. Використання їх є важливою складовою системи агротехнічних заходів догляду за посівами і не потребує додаткових витрат, крім, звичайно, власної вартості. За таких умов збільшується валове виробництво продукції за зменшення собівартості [19, 20].

За отриманими даними Т. В. Козіної з вивчення особливостей росту, розвитку та формування насінневої продуктивності гірчиці білої сорту Подолянка встановлено, що за обробки посівів регулятором росту вермибіомаг (8 л/га) рівень рентабельності був найвищим – 235,4 %, а собівартість 1 т найнижчою –1491 грн [9].

Отже, застосування рістрегулюючих препаратів є обов'язковим агротехнічним прийомом з вирощування сільськогосподарських культур, зокрема гірчиці білої, який сприяє не лише підвищенню польової схожості насіння, а й урожайності й якості вирощеної продукції.

Мета наших досліджень полягала в науковому обґрунтуванні ефективності застосування стимуляторів росту нового покоління в передпосівній обробці гірчиці білої та їх впливу на польову схожість насіння.

Матеріали і методи. Дослідження виконували впродовж 2021–2023 рр. у відділі насінництва та насіннізнавства Інституту сільського

господарства Карпатського регіону НААН.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглесний легкосуглинковий, який характеризується такими середньозваженими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,3 %, сума увібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, легкогідролізного азоту (за Корнфілдом) – 89,6 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору й обмінного калію (за Кірсановим) – відповідно 69,5 і 68,0 мг/кг ґрунту. За градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом і калієм та середнє – фосфором. Реакція ґрунтового розчину (рНсол – 5,4) – слабокисла.

Погодні умови за роки досліджень були контрастними. Період сівби гірчиці білої – третя декада квітня 2021 р. – характеризувався як дещо холодніший (на 1,2 °С) порівняно з середньобагаторічними даними (7,4 °С) і сухий (51,0 %). Запаси продуктивної вологи в посівному шарі (0–10 см) ґрунту становили 24,3 мм і були забезпечені більшою кількістю опадів, яка випала в другій декаді, – 24,5 мм за середньобагаторічного показника 16 мм.

У 2022 р. перехід через 5 °С відбувся раніше – у третій декаді березня. Квітень був холодним із середньомісячною температурою 6,5 °С (середньобагаторічний показник 7,4 °С). У першій і третій декаді випала велика кількість опадів (31,0 за 16 мм і 44,9 за 19 мм).

Зростання температурного режиму в другій декаді квітня 2023 р. до 9,8 °С, а в третій – до 10 °С та достатня кількість опадів (22,9 і 20,0 мм) сприяли проведенню сівби гірчиці білої в третій декаді квітня. Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–10 см становили 16,5 мм і були достатніми для отримання дружних сходів.

Агротехніка вирощування гірчиці білої включала: обробіток ґрунту – лушення стерні (10–12 см), оранку (20–22 см). Попередник – кукурудза. Строк сівби – III декада квітня. Норма висіву насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) – 2,5 млн схож. нас./га (15–16 кг/га). Обробка насіння: протруйник – модесто, 48 % т.к.с. (інсектицидно-фунгіцидної дії, 12,5 л/т). Глибина загортання насіння – 2–4 см. Спосіб сівби – звичайний рядковий (15 см). Гербіциди: раундап, 48 % в.р. (за 2–3 тижні до оранки), бутізан, 40 % к.с. (1,75–2,50 л/га); інсектицид (від прихованохоботника та квіткоїда) – каліпсо, 48 % к.с. (0,25–0,40 л/га).

Об'єктом досліджень були сорти гірчиці білої: Аріадна (Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН) і Біла принцеса (Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»).

У досліді 1 вивчали вплив стимуляторів росту, застосованих у передпосівній обробці насіння, на польову схожість рослин гірчиці

білої за схемою: контроль (обробка насіння водою) – 10 л/т, вимпел 2 (1,0 л/т), ентолем (0,25 мл/т), плантаген (0,4 л/т). Фон мінерального живлення – $N_{30}P_{60}K_{70}$; дослід 2 – вплив способів сівби і норм висіву насіння гірчиці білої на польову схожість за схемою: звичайний рядковий – 15 см (1,5 млн схож. нас./га – контроль), звичайний рядковий – 30 см (1,0 млн схож. нас./га), широкорядний – 45 см (0,5 млн схож. нас./га). Фон мінерального живлення – $N_{30}P_{60}K_{70}$; залежність польової схожості насіння сортів гірчиці білої від різних норм внесення мінеральних добрив вивчали в досліді 3. Варіантами досліду були: контроль (без добрив), $N_{30}P_{30}K_{35}$, $N_{30}P_{60}K_{70}$, $N_{30}P_{90}K_{100}$.

Дослідження проводили з використанням методики проведення експертизи сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) на відмінність, однорідність і стабільність [13]; густоту рослин визначали методом облікових площадок; польову схожість насіння – за відношенням рослин, які проросли, до висіяного насіння; статистичний аналіз результатів – методом дисперсійного аналізу за методикою В. О. Ушкаренка та ін. [12] з використанням програми Microsoft Excel.

Результати та обговорення. Вивчаючи ефективність стимуляторів росту, які новозареєстровані на вітчизняному ринку для передпосівної обробки насіння гірчиці білої, ми встановили їх вплив на польову схожість (табл. 1).

У 2021 р. на контролі (обробка водою, 10 л/т) польова схожість насіння гірчиці білої становила 90,6 (у сорту Аріадна) – 90,8 % (Біла принцеса). За застосування стимулятора вимпел 2 в нормі 1,0 л/т цей показник зростав на 0,6–0,8 %. Обробка ентолемом у нормі 0,25 мл/т забезпечувала вищу польову схожість насіння до контролю на 1,6–1,8 %. Ефективність плантагену в нормі 0,4 л/т була найвищою, що обумовлювало підвищення цього показника на 2,7–3,0 % до контрольного варіанта.

У 2022 р. польова схожість насіння сортів гірчиці білої на контролі (обробка водою, 10 л/т) становила 92,5–92,4 %; за передпосівної обробки насіння вимпел 2 зростала на 0,7 (Біла принцеса) – 0,8 % (Аріадна). Найвищий відсоток (95,2–95,4) встановили за використання стимулятора росту плантаген (0,4 л/т). Краще вологозабезпечення і вищий температурний режим періоду сівба – сходи, а також ефективний вплив стимуляторів росту сприяв вищому відсотку польової схожості насіння цієї культури в 2023 р. порівняно з 2021 і 2022 рр. На контролі цей показник був у межах 94,3–94,5 %, за застосування вимпел 2 – 95,5–95,7, ентолему – 96,4–96,9, плантагену – 97,4–97,6 %.

Середній показник польової схожості насіння за три роки досліджень на контролі становив 92,5 % і достовірно зростав на 0,9–

2,9 % за застосування стимуляторів росту. Ефективність їх впливу також була різною. За передпосівної обробки насіння плантагеном у нормі 0,4 л/т польова схожість було найвищою (на 2,9 %).

1. Польова схожість насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) залежно від передпосівної обробки стимуляторами росту (2021–2023 рр.), %

Передпосівна обробка насіння	Норма внесення	Сорт								Середнє за сортами	± до контролю
		Ариадна				Біла принцеса					
		2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє		
Контроль (обробка водою)	10 л/т	90,6	92,5	94,5	92,5	90,8	92,4	94,3	92,5	92,5	-
Вимпел 2	1,0 л/т	91,2	93,3	95,7	93,4	91,6	93,1	95,5	93,4	93,4	0,9
Ентолем	0,25 мл/т	92,2	94,8	96,9	94,6	92,6	94,6	96,4	94,5	94,6	2,1
Плантаген	0,4 л/т	93,3	95,2	97,4	95,3	93,5	95,4	97,6	95,5	95,4	2,9

НІР₀₅

0,4 0,5 0,6 0,4 0,5 0,7

Примітка: фон мінерального живлення – N₃₀P₆₀K₇₀.

Зміну польової схожості висіяного насіння під впливом способів сівби і норм висіву гірчиці білої ми не встановили (табл. 2).

2. Польова схожість насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) залежно від способу сівби і норм висіву насіння (2021–2023 рр.), %

Спосіб сівби	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Рік			Середнє	± до контролю
		2021	2022	2023		
Звичайний рядковий – 15 см (контроль)	1,5	90,8	92,6	94,7	92,7	-
Звичайний рядковий – 30 см	1,0	91,1	92,8	94,8	92,9	0,2
Широкорядний – 45 см	0,5	91,3	92,4	95,0	92,9	0,2

НІР_{0,05}

0,5 0,6 0,4

Примітка: фон мінерального живлення – N₃₀P₆₀K₇₀.

У 2021 р. на контролі (звичайний рядковий спосіб сівби – 15 см,

норма висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га) польова схожість насіння становила 90,8 %. За такого ж способу сівби, але меншої норми висіву – 1,0 млн схож. нас./га – була вищою на 0,3 %, а за широкорядного (45 см, 0,5 млн схож. нас./га) – на 0,5 %, що було недостовірним до $HP_{0,05} = 0,5$ %.

У 2022 р. на контролі польова схожість була вищою порівняно з попереднім 2021 р. на 1,8 %, що обумовлено кращими посівними якостями висіяного насіння. Різниця між варіантами дослідів становила 0,2 % і була недостовірною щодо $HP_{0,05} = 0,6$ %. Таку ж закономірність спостерігали і в 2023 р. За звичайного рядкового способу сівби шириною міжрядь 15 см та нормою висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га (контроль) середній показник польової схожості в сортів становив 94,7 % і недостовірно вищим (на 0,1–0,3 %) був на інших варіантах дослідів ($HP_{0,05} = 0,4$ %).

За три роки досліджень на контролі (звичайний рядковий спосіб сівби – 15 см, норма висіву насіння 1,5 млн схож. нас./га) польова схожість становила 92,7 %, за звичайного рядкового – 30 см, норми висіву насіння 1,0 млн схож. нас./га та широкорядного (45 см, 0,5 млн схож. нас./га) підвищувалася на 0,2 %, що в межах похибки.

Вплив різних норм мінеральних добрив на польову схожість висіяного насіння гірчиці білої був несуттєвим. Відсоток польової схожості в 2021 р. був на рівні 90,4–91,0 % у сорту Аріадна і 90,6–91,1 % – Біла принцеса (табл. 3). За $HP_{0,05} = 0,4$ –0,6 % достовірної різниці за варіантами дослідів не спостерігали. У 2022 р. польова схожість висіяного насіння цих сортів коливалася в межах 92,2–92,5 і 92,3–92,6 %, а в 2023 р. – відповідно 94,3–94,8 і 94,6–94,9 %.

3. Польова схожість насіння гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) залежно від норм внесення мінеральних добрив (2021–2023 рр.), %

Основне удобрення (фактор А)	Сорт (фактор С)								Середнє за сортами	± до контролю
	Аріадна				Біла принцеса					
	Рік									
	2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє		
Контроль (без добрив)	90,6	92,2	94,3	92,4	90,7	92,3	94,6	92,5	92,5	–
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₅	90,8	92,5	94,7	92,7	90,6	92,6	94,9	92,7	92,7	0,2
N ₃₀ P ₆₀ K ₇₀	91,0	92,5	94,8	92,8	90,7	92,5	94,6	92,7	92,8	0,3
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₀₀	90,4	92,3	94,5	92,4	91,1	92,5	94,7	92,8	92,6	0,1
$HP_{0,05}$	0,6	0,5	0,7	0,7	0,4	0,6				

Середній за роки досліджень показник варіював від 92,5 % на контролі (без добрив) до 92,8 % за норми $N_{30}P_{60}K_{70}$. Збільшення норм внесення мінеральних добрив під гірчицю білу з $N_{30}P_{30}K_{35}$ до $N_{30}P_{90}K_{100}$ не мало достовірного впливу на польову схожість, оскільки на перших етапах проростання зародок живився за рахунок поживних речовин ендосперму.

Висновки. Проростання насіння є першим етапом і активною фазою життєдіяльності рослин, від якої залежить кінцевий результат – урожайність та якість вирощеної продукції, тому технологія вирощування гірчиці білої має включати ефективні агрозаходи, які сприяють підвищенню польової схожості висіяного насіння:

– факторами, що впливали на проростання насіння, були запаси продуктивної вологи посівного шару ґрунту (0–10 см), температурні умови і стимулятори росту, під впливом яких проходило інтенсивне поглинання вологи та активація ферментів в обробленому насінні;

– передпосівна обробка насіння з одночасним протруюванням та стимуляторами росту забезпечувала підвищення польової схожості на 0,9–2,9 %;

– найбільш ефективною була бакова суміш протруйника модесто, 48 % т. к. с. (12,5 л/т) з стимулятором росту плантаген у нормі 0,4 л/т, за якої в роки досліджень середній відсоток польової схожості становив 95,4;

– способи сівби і норми висіву насіння не мали достовірного впливу на польову схожість. Цей показник переважно залежав від якості посівного матеріалу, запасів продуктивної вологи ґрунту та температури повітря;

– польова схожість насіння гірчиці білої під впливом збільшення норм фосфорно-калійних добрив суттєво не зростала, оскільки на перших етапах насіння живилася монотрофно за рахунок поживних речовин зародка.

Список використаної літератури

1. Бутенко С. О., Цзя Пей Пей. Вплив регуляторів росту рослин на якість насіння гірчиці в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 124. С. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2>.
2. Вивчення ефективності допосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин / О. О. Олійник та ін. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2013.

References

1. Butenko S. O., Tszia Pei Pei. Influence of plant growth regulators on the quality of mustard seeds in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2022. No 124. P. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2>.
2. Study of the effectiveness of pre-sowing seed treatment with plant growth stimulants / O. O. Oliinyk et al. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia*.

Вип. 4 (64). С. 112–118. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/1281/1/Vs6414.pdf> (дата звернення: 12.06.2023).

3. Вплив регуляторів росту на продуктивність гірчиці в умовах Північно-Східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. № 9. С. 173–175.

4. Гончар Л. М., Щербакова О. М. Вплив передпосівного оброблення насіння нуту на польову схожість та густоту стояння рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 46–49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2016_3_1_2 (дата звернення: 12.06.2023).

5. Єременко О. А., Калитка В. В., Каленська С. М. Вплив регулятора росту на ріст, розвиток рослин і формування врожаю гібридів соняшнику (F1) в умовах Південного Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13, № 2. С. 141–149. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2017_13_2_7 (дата звернення: 14.06.2023).

6. Жуйков О. Г. Агроекологічні передумови вирощування гірчиці чорної в незрошуваних сівозмінах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 1. С. 149–156. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2013_1_23 (дата звернення: 14.06.2023).

7. Калитка В. В., Капінос М. В. Вплив регуляторів росту і активних штамів ризобій на пігментний комплекс та продуктивність гороху посівного (*Pisum sativum* L.). *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія : Рослиництво, селекція і насінництво, плодовоочивництво і зберігання. 2015. № 2. С. 8–18. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2015_2_3 (дата звернення: 12.06.2023).

8. Козаренко Д. О. Застосування гуматів – перспективний метод зменшення хімічного навантаження на агроценози. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 8. С. 14–16. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kizr_2013_8_8 (дата звернення: 12.06.2023).

9. Козіна Т. В. Економічна ефективність вирощування гірчиці білої

Seriia: Silskohospodarski nauky. 2013. Issue 4 (64). P. 112–118. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/1281/1/Vs6414.pdf> (last accessed: 12.06.2023).

3. Influence of growth regulators on the productivity of mustard in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2015. No 9. P. 173–175.

4. Honchar L. M., Shcherbakova O. M. Influence of presowing treatment of chickpea seeds on field germination and plant density. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2016. No 3. P. 46–49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2016_3_12 (last accessed: 12.06.2023).

5. Yeremenko O. A., Kalytka V. V., Kalenska S. M. Influence of the growth regulator on the growth, development of plants and the formation of the yield of sunflower hybrids (F1) in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2017. Vol. 13, No 2. P. 141–149. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2017_13_2_7 (last accessed: 14.06.2023).

6. Zhuikov O. H. Agro-ecological prerequisites for growing black mustard in non-irrigated crop rotations in the south of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2013. Issue 1. P. 149–156. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2013_1_23 (last accessed: 14.06.2023).

7. Kalytka V. V., Kapinos M. V. Influence of growth regulators and active strains of rhizobia on the pigment complex and productivity of sowing peas (*Pisum sativum* L.). *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seriiia : Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia. 2015. No 2. P. 8–18. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2015_2_3 (last accessed: 12.06.2023).

8. Kozarenko D. O. The use of humates is a promising method for reducing the chemical load on agroecosystems. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2013. No 8. P. 14–16. URL:

- в умовах Лісостепу Західного. *Агробіологія*. 2014. № 2. С. 46–49. URL: agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyku/agrobiologiya/kozina_2_2014.pdf (дата звернення: 15.06.2023).
10. Маренич М. М., Юрченко С. О. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур залежно від застосування стимуляторів росту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво*. 2016. № 1/2. С. 18–21. DOI: 10.31210/visnyk2016.1-2.03.
11. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш. Вплив регуляторів росту на морфологічні параметри гірчиці в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку* : Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпропетровськ, 22–23 жовт. 2015 р.). Дніпропетровськ : РВВ ДДАЕУ, 2015. 393 с.
12. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінш Д. С., 2014. 448 с.
13. Методика проведення експертизи сортів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) на відмінність, однорідність і стабільність. *Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність* / Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, Український інститут експертизи сортів рослин. С. 19–30. URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/metodika-provedennya-ekspertizi-sortiv-roslyn-grupi-oliynikh-na-vidminnist-odnoridnist-i-stabilnist.pdf> (дата звернення: 08.06.2023).
14. Мусієнко М. М., Капінос М. В. Фізіолого-біохімічні реакції в насінні та рослинах гороху посівного (*Pisum sativum* L.) на початкових етапах онтогенезу за дії біопрепаратів і регуляторів росту рослин. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 7 (784). С. 11–17. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-02>.
15. Передпосівна обробка насіння біостимуляторами: застосовувати, не варто http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kizr_2013_8_8 (last accessed: 12.06.2023).
9. Kozina T. V. Economic efficiency of growing white mustard in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Ahrobiolohiia*. 2014. No 2. P. 46–49. URL: agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyku/agrobiologiya/kozina_2_2014.pdf (last accessed: 15.06.2023).
10. Marenych M. M., Yurchenko S. O. Sowing properties of seeds of agricultural crops depending on the use of growth stimulants. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahromoi akademii. Silske hospodarstvo. Roslynnystvo*. 2016. No 1/2. P. 18–21. DOI: 10.31210/visnyk2016.1-2.03.
11. Melnyk A. V., Zherdetska S. V., Ali Sh. Influence of growth regulators on the morphological parameters of mustard in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Pryrodne ahrovyrobnytstvo v Ukraini: problemy stanovlennia, perspektyvy rozvytku* : Mizhnar. nauk.-prakt. conf. (m. Dnipropetrovsk, 22–23 zhovt. 2015 r.). Dnipropetrovsk : RVV DDAEU, 2015. 393 p.
12. Methodology of the field experiment (irrigated agriculture) : textbook / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 448 p.
13. Methodology for the examination of varieties of white mustard (*Sinapis alba* L.) for difference, uniformity and stability. *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy oliynikh na vidminnist, odnoridnist i stabilnist* / Ministerstvo rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy, Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn. P. 19–30. URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/metodika-provedennya-ekspertizi-sortiv-roslyn-grupi-oliynikh-na-vidminnist-odnoridnist-i-stabilnist.pdf> (last accessed: 08.06.2023).
14. Musiienko M. M., Kapinos M. V. Physiological and biochemical reactions in seeds and plants of common pea (*Pisum sativum* L.) at the initial stages of ontogenesis under the action of biological preparations and plant growth regulators. *Visnyk ahromoi nauky*. 2018. No 7 (784). P. 11–17. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-02>.

- ігнорувати. *Експерти з живлення рослин*. URL: <https://plantagroup.com/news/62-peredposivna-obrobka> (дата звернення: 08.06.2023).
16. Поливаний С. В., Кур'ята В. Г. Дія емістиму С на морфогенез та насіннєву продуктивність маку олійного. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія : Біологія. 2015. № 1. С. 117–123. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU_2015_1_22 (дата звернення: 14.06.2023).
17. Продуктивність сої культурної за використання препаратів рістрегулюючого типу / V. Shevchuk et al. *The scientific heritage* (Budapest, Hungary). 2021. Vol. 1, № 61 (61). P. 6–10. URL: <http://repository.vsau.vin.ua/getfile.php/27959.pdf> (дата звернення: 12.06.2023).
18. Рожков А. О., Труш О. К. Польова схожість насіння та збереженість рослин квасолі залежно від норми висіву насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 30–36. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.04>.
19. Сендецький В. М. Вплив гумінових препаратів на врожайність і якісні показники насіння соняшнику в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Агроніомія. 2018. Вип. 294. С. 32–41.
20. Сендецький В. М. Передпосівне оброблення насіння соняшнику регуляторами росту і його вплив на формування врожайності в умовах Лісостепу Західного. *Збірник ПДАТУ «Подільський вісник»*. 2017. Вип. 26, ч. I. С. 175–179.
21. Сергієнко В. П. Рістрегулюючий та захисний ефект гумінових речовин. *Агробізнес сьогодні*. 2013. 29 квіт. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramnikultury/item/320-ristrehuliuiuchyi-ta-zakhysnyi-efekt-huminovykh-rechovyn.html> (дата звернення: 12.06.2023).
22. Урожайність і посівні якості гірчиці білої залежно від обробки насіння фізіологічно активними препаратами / А. О. Рожков та ін. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 208–217. DOI: [https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-02](https://doi.org/10.30835/2413-https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-02).
15. Pre-sowing treatment of seeds with biostimulants: apply, should not be ignored. *Eksperty z zhyvlennia rostlyn*. URL: <https://plantagroup.com/news/62-peredposivna-obrobka> (last accessed: 08.06.2023).
16. Polyvanyi S. V., Kuriata V. H. The effect of emistym C on morphogenesis and seed productivity of oil poppy. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka*. Seria : Biolohiia. 2015. No 1. P. 117–123. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU_2015_1_22 (last accessed: 14.06.2023).
17. Productivity of soybeans when using restrictive preparations / V. Shevchuk et al. *The scientific heritage* (Budapest, Hungary). 2021. Vol. 1, No 61 (61). P. 6–10. URL: <http://repository.vsau.vin.ua/getfile.php/27959.pdf> (last accessed: 12.06.2023).
18. Rozhkov A. O., Trush O. K. Field germination of seeds and the safety of bean plants depending on the seeding rate. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No 4. P. 30–36. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.04>.
19. Sendetskyi V. M. The influence of humic preparations on the yield and quality indicators of sunflower seeds in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Ahronomiia. 2018. Issue 294. P. 32–41.
20. Sendetskyi V. M. Presowing treatment of sunflower seeds with growth regulators and its effect on the formation of yield in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Zbirnyk PDAU «Podilskyi visnyk»*. 2017. Issue 26, part I. P. 175–179.
21. Serhiienko V. P. Growth regulating and protective effect of humic substances. *Ahrobiznes sohodni*. 2013. 29 kvit. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramnikultury/item/320-ristrehuliuiuchyi-ta-zakhysnyi-efekt-huminovykh-rechovyn.html> (last accessed: 12.06.2023).
22. Productivity and sowing qualities of white mustard depending on seed

7510.2018.134381.

23. Ходаніцька О. О., Кур'ята В. Г. Вплив суміші регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на якість олії льону сорту Орфей. *Питання біоіндикації та екології*. 2013. Вип. 18, № 2. С. 77–88. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pbte_2013_18_2_15 (дата звернення: 14.06.2023).

24. Юрченко С. О., Баган А. В., Омеліч М. В. Формування посівних якостей насіння сортів арахісу залежно від обробки стимулятором росту “1R Seed treatment”. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 164–171. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.117.22.

25. Agrobiological features of mustard (*Brassica juncea* L.) in Ukraine under current climate change conditions / A. Melnyk et al. *AgroFor International Journal*. 2019. Vol. 4, issue 1. P. 93–101. DOI: 10.7251/AGRENG1901093M.

26. Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe / O. A. Yeremenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. No 8 (1). P. 289–296. DOI: 10.15421/2018_214.

27. Effect of growth stimulants on seed germination and morpho-physiological attributes in pungam (*Pongamia pinnata*) / A. Venkatesh et al. *Journal of Tropical Forest Science*. 2000. Vol. 12, No 4. P. 643–649. URL: <https://www.jstor.org/stable/i40142548> (last accessed: 14.06.2023).

28. Effects of drought and rehydration on the growth and physiological characteristics of mustard seedlings / P. Jia et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. Vol. 22, No 4. P. 836–847. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3246>.

29. Ieremenko O., Kalitka V. Productivity of Sunflower Hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the Effect of AKM Plant Growth Regulator in the Conditions Low Moisture of Southern Steppe of Ukraine. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2016. No 9. P. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.9790/2380-0909015964>.

30. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and seedling vigor of wheat / T. Shah et al.

treatment with physiologically active preparations / A. O. Rozhkov et al. *Seleksiia i nasimnytstvo*. 2018. Issue 113. P. 208–217. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134381>.

23. Khodanitska O. O., Kuriata V. H. The effect of a mixture of growth regulators chlormequat chloride and treptolem on the quality of Orpheus variety flax oil. *Pytannia bioindykatsii ta ekolohii*. 2013. Issue 18, No 2. P. 77–88. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pbte_2013_18_2_15 (last accessed: 14.06.2023).

24. Yurchenko S. O., Bahan A. V., Omelych M. V. Formation of sowing qualities of seeds of peanut varieties depending on the treatment with a growth stimulator “1R Seed treatment”. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2021. No 117. P. 164–171. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.117.22.

25. Agrobiological features of mustard (*Brassica juncea* L.) in Ukraine under current climate change conditions / A. Melnyk et al. *AgroFor International Journal*. 2019. Vol. 4, issue 1. P. 93–101. DOI: 10.7251/AGRENG1901093M.

26. Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe / O. A. Yeremenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. No 8 (1). P. 289–296. DOI: 10.15421/2018_214.

27. Effect of growth stimulants on seed germination and morpho-physiological attributes in pungam (*Pongamia pinnata*) / A. Venkatesh et al. *Journal of Tropical Forest Science*. 2000. Vol. 12, No 4. P. 643–649. URL: <https://www.jstor.org/stable/i40142548> (last accessed: 14.06.2023).

28. Effects of drought and rehydration on the growth and physiological characteristics of mustard seedlings / P. Jia et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. Vol. 22, No 4. P. 836–847. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3246>.

29. Ieremenko O., Kalitka V. Productivity of Sunflower Hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the Effect of AKM Plant Growth Regulator in the Conditions Low Moisture of Southern

Journal of Agriculture and Veterinary Science. 2017. Vol. 1, No 1. P. 62–70. URL: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/A.Z.Khan.pdf> (last accessed: 14.06.2023).

31. Wang Ju., Cheng Jun-Hu, Sun Da-Wen. Enhancement of Wheat Seed Germination, Seedling Growth and Nutritional Properties of Wheat Plantlet Juice by Plasma Activated Water. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2023. Vol. 42. P. 2006–2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10677-3>.

Steppe of Ukraine. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2016. No 9. P. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.9790/2380-0909015964>.

30. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and seedling vigor of wheat / T. Shah et al. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2017. Vol. 1, No 1. P. 62–70. URL: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/A.Z.Khan.pdf> (last accessed: 14.06.2023).

31. Wang Ju., Cheng Jun-Hu, Sun Da-Wen. Enhancement of Wheat Seed Germination, Seedling Growth and Nutritional Properties of Wheat Plantlet Juice by Plasma Activated Water. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2023. Vol. 42. P. 2006–2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10677-3>.

Отримано 21 червня 2023 р.
Погоджено до друку 1 серпня 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-3

УДК 633.13:631.52

Р. В. ІЛЬЧУК, доктор сільськогосподарських наук

Ю. А. ЛІСОВА, кандидат сільськогосподарських наук

Г. І. МАРУХНЯК, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну

Львівської обл., 81115, e-mail: julija.lisova@gmail.com

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНОТИПІВ ВІВСА ЗА ОСНОВНИМИ ГОСПОДАРЬКО-БІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Овес – одна з найбільш поширених культур, зерно якої використовують для виробництва кормових та продовольчих продуктів.

Основною метою наукових досліджень щодо селекції вівса є створення екологічно пластичних, генетично вирівняних, стабільно продуктивних генотипів півчастого і голозерного типу з високою поживною цінністю зерна та стійкістю до біотичних і абіотичних факторів.

Дослідження проводили на базі селекційно-насінницького комплексу Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у с. Ставчани Львівської області.

У розсаднику конкурсного сортовипробування встановлювали густоту сходів методом підрахунку кількості рослин на площадках у двох несуміжних повторностях. На кожній ділянці виділяли по дві площадки розміром 0,25 м². Перед збиранням рослин з пробних площадок відбирали снопики для визначення структури врожаю. У середніх пробах зерна визначали масу 1000 зерен і півчастість.

Оцінки ураження рослин вівса збудниками корончастої іржі та гельмінтоспоріозу здійснювали згідно із загальноприйнятими методиками в усіх ланках селекційного процесу.

Встановлено, що найбільш селекційно цінними за врожайністю та її адаптивним потенціалом виявилися зразки Артур, Jawor, Світанок, Нептун та Легінь. За кількістю зерен у волоті високою пластичністю відзначалися зразки Deresz, Ант, Авгол, Скарб України, Діоскурій, Зірковий, Чернігівський 27, Візит, Тембр, Дієтичний, Андрій та високою стабільністю – Deresz, Bachmat, Золак, Ант, Скарб України, Діоскурій, Зірковий, Чернігівський 27, Дарунок, Декамерон, Світанок, Легінь, Візит, Зубр, Нептун, Дієтичний, Андрій.

У наших дослідженнях великою масою зерен у волоті (більше 1,5 г) та високою пластичністю і стабільністю характеризувалися зразки Артур, Закат, Jawor, Budrys, Ант, Дарунок, Декамерон, Світанок, Нептун, Андрій. Ці зразки можна рекомендувати для використання в селекційній практиці для одержання високоврожайних сортів з високою екологічною адаптивною здатністю до умов вирощування.

© Ільчук Р. В., Лісова Ю. А.,
Марухняк Г. І., 2023

Наведено результати вивчення адаптивних особливостей селекційних ліній вівса за кількісними ознаками продуктивності: врожайності зерна, кількості і маси зерен у волоті. Виділений сортозразок (Komes x Calibre) x (Ставчанський x Чернігівський 27) (359-1-1) за продуктивністю достовірно переважав сорт-стандарт Артур. Виділено селекційні лінії з кращими біологічно-господарськими показниками та елементами структури врожаю зерна, які сприяють підвищенню рівня екологічної адаптивності.

Ключові слова: овес, селекційна лінія, кількісна ознака, врожайність, оцінка.

Roman Ilchuk, Yuliia Lisova, Halyna Marukhniak

Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS

Characteristic of oat genotypes by the main economic and biological parameters

Oats are one of the most common crops, the grain of which is widely used for the production of fodder and food products.

The main goal of scientific research on oat breeding is the creation of ecologically plastic, genetically aligned, stably productive genotypes of the membranous and whole-grain type with high nutritional value of the grain and resistance to biotic and abiotic factors.

The research was conducted on the basis of the selection and seed complex of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS in the village of Stavchany, Lviv region.

In the nursery of the competitive varietal testing, seedling density was determined by counting the number of plants on the sites in two non-adjacent repetitions. In each plot, two plots of 0.25 m² were allocated. Before harvesting the plants, bunches were taken from the test plots to determine the structure of the crop. The weight of 1,000 grains and filminess were determined in the average grain samples.

Assessments of damage to oat plants by causative agents of crown rust and helminthosporiosis were carried out according to generally accepted methods in all stages of the selection process.

It was established that the samples Artur, Jawor, Svitanok, Neptun and Legin were the most valuable for selection in terms of yield and their adaptive potential. According to the number of grains in the panicle, the samples Deresz, Ant, Avgol, Skarb Ukrainy, Dioskurii, Zirkovyi, Chernihivskiyi 27, Visyt, Tembr, Dietychnyi, Andrii were characterized by high plasticity. Deresz, Bachmat, Zolak, Ant, Skarb Ukrainy, Dioskurii, Zirkovyi, Chernihivskiyi 27, Darunok, Decameron, Svitanok, Legin, Visyt, Zubr, Neptun, Dietychnyi, Andrii were characterized by high stability.

In our research, samples Artur, Zakat, Jawor, Budrys, Ant, Darunok, Decameron, Svitanok, Neptun, Andrii were characterized by a large mass of grains in the panicle (more than 1.5 g) and high plasticity and stability. These samples can be recommended for use in breeding practice to obtain high-yielding varieties with high environmental adaptability to growing conditions.

The results of the study of adaptive features of oat breeding lines based on quantitative characteristics of productivity: grain yield, number and mass of grains

in the panicle are given. The selected variety sample (Komes x Caliber) x (Stavchanskiy x Chernihivskiy 27) (359-1-1) reliably outperformed the standard Artur variety in terms of productivity. Selection lines with the best biological and economic indicators and elements of the structure of the grain harvest, which contribute to increasing the level of ecological adaptability, have been selected.

Keywords: oats, breeding line, quantitative trait, yield, evaluation.

Вступ. Селекційне вдосконалення сортів зернових культур вийшло на максимальний рівень продуктивності, і подальше підвищення ефективності їх вирощування можливе завдяки впровадженню в селекційний процес нових підходів. Сорт як генетична система специфічно реагує на зовнішні чинники середовища. Характерною особливістю будь-якого сорту є сукупність властивостей, що визначають його придатність для тієї чи іншої місцевості, і тому правильний вибір сорту має першорядне значення [16].

Створення, поширення та комерційний обіг нових сортів є одними із значущих чинників забезпечення продовольчої безпеки України [18]. Сортові ресурси відіграють особливу роль в економічному і соціальному розвитку держави, насамперед у стабілізації та збільшенні обсягів виробництва продукції рослинництва. Оскільки продуктивні сорти виступають як один з ключових та незамінних факторів впливу на інтенсифікацію та розширення процесу виробництва сільськогосподарських культур, у центрі уваги має бути саме сорт [20].

Складність створення високопродуктивних та адаптованих генотипів полягає в тому, що існує протиріччя між високою продуктивністю генотипу та його стійкістю до несприятливих чинників навколишнього середовища. Це явище зумовлене особливостями енергетичного балансу рослинного організму, оскільки чим більше енергетичних ресурсів рослина витрачає на підтримання високої стійкості, тим менше їх залишається для формування врожаю за нормальних умов [5]. Для одержання високого реального врожаю потрібно, щоб ознаки продуктивності та екологічної стійкості відповідали умовам зовнішнього середовища [25].

Високоадаптивні сорти є запорукою отримання високих і стабільних врожаїв зерна в мінливих метеорологічних умовах та в різних еколого-географічних зонах. Для реалізації високого генетичного потенціалу проводять розрахунок статистичних параметрів, гомеостатичності та селекційної цінності [1, 6–8], оцінку екологічної пластичності за врожайністю [16, 5, 30], за врожайністю та іншими кількісними ознаками (структури врожаю та якості зерна) [10–15].

У наш час починають використовувати методи, які дозволяють візуалізувати розподіл генотипів за поєднанням продуктивності та адаптивності у багатосередовищних випробуваннях: АММІ модель, яка поєднує дисперсійний аналіз та сингулярний розподіл, GGE biplot як графічне відображення матричної мультиплікації [16–20, 33].

Для того щоб упорядкувати одержані дослідні дані у наочні структурні об'єкти, розроблено різні методи класифікації. Кластерний аналіз – це узагальнена назва досить великого набору алгоритмів, які використовують у класифікації. Вперше цей термін ввів Р. Тріон (R. C. Tryon) у 1939 р. [31]. Кластерний аналіз використовували для аналізу взаємозв'язків елементів структури продуктивності гороху [22], класифікації самозапильних ліній сорго з позицій подібності їх за фенотипом і генетичним значенням ознак [19], для ідентифікації груп ліній пшениці озимої за генетично зумовленою врожайністю.

Головними факторами зовнішнього середовища, які визначають агрономічні властивості і якість зерна вівса, є температура, вода і поживні речовини [37, 39]. Урожай вівса та якість зерна дуже залежать від умов періодів сівба – цвітіння і наливу зерна [38]. Стресові температурні умови в ці фази розвитку можуть значно знизити врожай зерна вівса [34].

Створення сортів з високою потенційною продуктивністю залишається одним із головних пріоритетів селекції сільсько-господарських культур. Однак в останні роки у зв'язку з кліматичними змінами особливого значення набуває селекція на стабілізацію врожайності. Сорт має не лише забезпечувати високий рівень продуктивності за сприятливих умов, але й менше знижувати її за несприятливих, тобто володіти вищим гомеостазом продукційного процесу [15, 16]. Для підвищення ефективності селекції у створенні сортів, які поєднують господарсько важливі ознаки і високу екологічну пластичність, потрібно проводити пошук більш досконалих, а іноді нетрадиційних підходів до аналізу інформації [23].

Для встановлення показників екологічної пластичності та стабільності за кількісними ознаками сортів і селекційних ліній вівса використовують різні методики [2, 3, 5, 27, 28]. На сучасному етапі розвитку селекційної науки потрібно не тільки створювати генотипи з високими кількісними ознаками продуктивності, але й намагатися встановити діапазони реагування цих ознак при зміні факторів зовнішнього середовища.

Метою нашої роботи було визначення параметрів екологічної пластичності та стабільності селекційних ліній вівса за ознакою “врожайність” і проведення рейтингового розподілу ліній за

комплексним показником, який враховує адаптивні та продуктивні особливості генотипів.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на полях сівозміни відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у с. Ставчани Львівського р-ну Львівської обл. Предметом досліджень були селекційні лінії вівса та сорти-стандарти Закат і Артур. Попередник – озимі зернові, фон мінерального живлення – $N_{60}P_{60}K_{60}$, агротехніка – загальноприйнята для вирощування вівса в зоні досліджень. Облікова площа ділянки – 25 м², повторність – чотириразова. Сівбу проводили селекційною сівалкою СКС-6-10 з апаратом центрального висіву, збирання – комбайном «Сампо-130», обліки та спостереження – згідно з відповідними методиками державного сортопробування [22, 23].

Для оцінки параметрів екологічної пластичності і стабільності використовували дисперсійний та регресійний аналіз [27], який ґрунтується на методиці Еберхарта – Рассела. Крім геометричної інтерпретації результатів досліджень, проведено розподіл коефіцієнта регресії та варіанси стабільності.

Коефіцієнт регресії (b_i) характеризує середню реакцію зразка на зміну умов середовища, і більше його значення вказує на ширшу норму реакції та підвищений рівень пластичності. Для відбору зразків вівса за врожайністю треба враховувати не тільки високу врожайність, а також їх пластичність і стабільність, це дасть змогу краще підбирати сорти для різних технологій вирощування, а також для проведення відборів та підбору пар для схрещування. Для більш вираженої оцінки впливу метеорологічних умов вегетаційного періоду на показники якості зерна вівса провели розподіл коефіцієнта регресії та варіанси стабільності. За показниками пластичності досліджуваних сортів генотипи з коефіцієнтом $b_i > 1,25$ відносять до високопластичних (щодо середньої групової), за $b_i < 0,75$ – до низькопластичних. Якщо показник пластичності зразка достовірно не різниться від одиниці ($b_i = 0,75-1,25$), тоді зразок за реакцією на зміну умов середовища не відрізняється від середньої групової. Досліджувані зразки вівса також значно різнилися за варіансою стабільності (S_i^2). Чим більша варіанса стабільності, тим менш передбачуваною є реакція зразка на зміни умов середовища, тобто в селекційних цілях важливі зразки з мінімальними значеннями показника (S_i^2): 1 – 0–1, 2 – 1–5, 3 – >5.

Погодні умови в роки проведення досліджень були неоднаковими. Так, квітень 2021 р. характеризувався прохолодною та сухою погодою (температура повітря була на 0,7 °C нижча за норму, а кількість опадів – на 28,3 мм менша від норми). Температура повітря в травні була на 0,5 °C вища за норму, а кількість опадів – на 33,6 мм

більша від норми. Червень і липень характеризувалися теплою і помірно сухою погодою (опадів випало відповідно на 51,7 і 14,6 мм менше від норми і температура повітря на 1,5 і 2,4 °С перевищувала норму).

Погодні умови вегетаційного періоду вівса у 2022 р. відповідали тенденціям останніх років, тобто зменшення кількості опадів і зростання температури повітря. Так, за період квітень – липень було зафіксовано 248,7 мм опадів, що на 172,3 мм нижче від середньої багаторічної норми. Однак щодо середньомісячної кількості опадів спостерігали значну варіабельність. У квітні опадів було навіть дещо більше (+10,5 мм) від норми, тоді як у червні та липні відзначали їх дефіцит. Середньомісячна температура повітря показувала щомісячне перевищення багаторічних показників від 1,6 у травні до 3,1 °С у квітні. Метеорологічні умови серпня (-55,2 мм опадів і +1,7 °С до норми) сприяли вчасному та оперативному проведенню збиральних робіт.

Результати та обговорення. У розсаднику конкурсного сортовипробування помірну ураженість корончастою іржею (ступінь ураження 20–30 %) мали 16 зразків вівса (72,7 %) та 20 (90,9 %) – гельмінтоспоріозом. Розмах варіації ураження збудниками становив 40 % за корончастою іржею і лише 30 % – за гельмінтоспоріозом. Високу стійкість до вилягання перед збиранням показали сорти-стандарту та два сортозразки: Закат, Артур, ІЗО-23 x ІЗО-22 і ІЗО 198-4 x ІЗО-22 (табл. 1).

1. Біологічно-господарські показники сортозразків вівса

Селекційний номер	Комбінація схрещування	Тривалість вегетаційного періоду, діб			Ступінь стійкості до збудників, бал		Стійкість до вилягання, бал	
		сходи – викидання волоті	викидання волоті – повне дозрівання	всього	корончаста іржа	гельмінто-споріоз	після викидання волоті	перед збиранням
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I001	St Закат	48	49	96	30	30	9	9
I002	St Артур	43	43	86	30	30	9	9
I003	(Л.23 x Буг) × Обрій	44	43	87	30	20	9	7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1004	Чиж × Ант	44	43	87	30	30	9	7
1005	(Komes × Calibre) × (Ставчанський × Чернігівський 27)	47	49	96	40	30	9	5
1006	Ант × Аркан	43	47	90	60	30	9	9
1007	АС Assiniboja × Zlotniak	48	49	96	30	50	9	7
1008	Ант × АС Assiniboja	47	43	90	30	30	9	7
1009	ІЗО-14 × Фауст	41	43	84	30	20	9	5
1010	АС Belmont × Крепыш	47	43	90	30	30	9	7
1011	Крепыш × АС Belmont	47	43	90	50	20	9	7
1012	Багач × Теремок	47	43	90	40	20	9	7
1013	Теремок × ІЗО-14	48	46	93	50	30	9	7
1014	Теремок × ІЗО-23	47	43	90	20	30	9	5
1015	Авгол × Пушкінський	47	43	90	30	30	9	7
1016	Аркан × ІЗО-23	47	45	92	30	20	9	7
1017	(ІЗО-14 × 01-1) × ІЗО-23	47	49	96	40	30	9	7
1018	ІЗО-23 × ІЗО-22	47	43	90	30	30	9	9
1019	(Ант × ІЗО-4) × 01-1	47	45	92	30	30	9	7
1020	(ІЗО-4 × 01-1) × ІЗО-23	47	43	90	40	30	9	7
1021	ІЗО-23 × ІЗО-22	47	44	91	30	20	9	9
1022	ІЗО-198-4 × ІЗО-22	47	43	90	30	30	9	9
	Мін. значення, min	41	43	84	20	20	9	5
	Макс. значення, max	48	49	96	60	50	9	9
	Середнє значення	46,2	44,6	90,7	34,6	28,2	9,0	7,09
	Розмах варіації, R	7	6	12	40	30	0	4

Оцінюючи окремі елементи структури врожаю та технологічної якості зерна, ми виявили, що довжина стебла більше 100 см була у АС Assiniboja x Zlotniak, ІЗО-23 x ІЗО-22 і Авгол x Пушкінський – відповідно 100,7; 100,6 та 100,3 см. Коротким стеблом характеризувалися комбінації Крепыш x АС Belmont – 84,1 см, Аркан x ІЗО-23 – 89,3 см, Ант x Аркан – 89,4 см, АС Belmont x Крепыш – 89,5 см), Чиж x Ант – 90,2 см. Волоть довша ніж 22,0 см була у трьох сортозразків: Крепыш x АС Belmont, Багач x Теремок, Авгол x Пушкінський (табл. 2).

2. Показники структури врожаю та технологічної якості зерна сортозразків вівса

Селекційний номер	Комбінація схрещування	Довжина, см		Кількість зерен у волоті, шт.	Маса зерна у волоті, г	Маса 1000 зерен, г	Натурна маса, г/л
		стебла	волоті				
1001	St Закат	95,2	19,8	51,4	2,08	40,5	493
1002	St Артур	94,6	20,3	53,3	2,15	40,3	496
1003	(Л.23 х Буг) х Обрій	93,4	20,1	55,1	1,95	35,4	492
1004	Чиж х Ант	90,2	19,2	46,5	1,65	35,5	494
1005	(Komes x Calibre) x (Ставчанський x Чернігівський 27)	95,5	19,1	48,3	1,90	39,3	490
1006	Ант х Аркан	89,4	18,9	40,4	1,88	46,5	499
1007	АС Assiniboja x Zlotniak	100,7	20,1	41,2	1,82	44,2	480
1008	Ант х АС Assiniboja	98,2	21,9	34,1	1,34	39,3	498
1009	ІЗО-14 х Фауст	90,6	21,9	48,1	1,98	41,2	494
1010	АС Belmont x Крепыш	89,5	20,8	45,7	1,52	33,3	556
1011	Крепыш x АС Belmont	84,1	22,8	46,7	1,59	34,0	520
1012	Багач х Теремок	89,7	22,2	62,9	2,48	39,4	495
1013	Теремок х ІЗО-14	99,8	20,1	61,1	2,09	34,2	486
1014	Теремок х ІЗО-23	97,2	19,0	48,9	2,02	41,3	498
1015	Авгол х Пушкінський	100,3	22,2	51,3	1,64	32,0	528
1016	Аркан х ІЗО-23	89,3	18,7	41,0	1,36	33,2	495
1017	(ІЗО-14 х 01-1) х ІЗО-23	95,3	20,9	35,6	1,30	36,5	492
1018	ІЗО-23 х ІЗО-22	100,6	17,4	40,8	1,49	36,5	517
1019	(Ант х ІЗО-4) х 01-1	99,8	20,2	42,3	1,98	46,8	513
1020	(ІЗО-4 х 01-1) х ІЗО-23	93,2	19,4	47,2	2,04	43,2	498
1021	ІЗО-23 х ІЗО-22	96,4	19,9	39,5	1,90	48,1	440
1022	ІЗО-198-4 х ІЗО-22	95,3	20,1	40,7	1,89	46,4	491
Мін. значення, min		94,5	20,2	46,5	1,82	39,4	448
Макс. значення, max		84,1	17,4	34,1	1,30	32,0	440
Середнє значення		100,7	22,8	62,9	2,48	48,1	556
Розмах варіації, R		16,6	5,4	28,8	1,18	16,1	116

Кількість зерен у волоті характеризувалася досить значним розмахом варіації – 28,8 шт. за середнього значення показника 46,5 шт. зерен, що у відсотках становить 62,0 %. Більше 60 шт. зерен наховували у двох сортозразків: Багач × Теремок і Теремок ×

ІЗО-14 – відповідно 62,9 і 61,1 шт.

Ще більшою мінливістю відзначалася маса зерна з волоті: за середнього значення показника 1,82 г розмах варіації становив 1,18 г, або 64,8 %. Масу зерна волоті, більшу ніж 2,0 г, було зафіксовано в сортів-стандартів Закат та Артур – відповідно 2,08 та 2,15 г, а також у гібридів Багач × Теремок – 2,48 г, Теремок × ІЗО-14 – 2,09 г, ІЗО 4/01-1 × ІЗО 23 – 2,04 г. П'ять сортозразків виділялися масою 1000 зерен більше 40 г: Закат, Артур, Чиж × Ант, АС Assiniboja × Zlotniak, ІЗО-23 × ІЗО-22. Найменшою масою 1000 зерен характеризувалися лінії голозерного вівса АС Belmont × Крепыш – 33,3 г, Крепыш × АС Belmont – 34,0 г і Авгол × Пушкінський – 32,0 г, які мали найвищу натурну масу зерна – відповідно 556; 520 і 528 г/л. Натурна маса зерна відзначалася значно меншою мінливістю порівняно з масою 1000 зерен.

Висновки

1. Найменшу ураженість корончастою іржею (ступінь ураження 20–30 %) проявили сорти-стандарті Артур і Закат та сортозразки 1003; 1004; 1007; 1008; 1009; 1010; 1014; 1015; 1018; 1019; 1021; 1022, а гельмінтоспориозом (ступінь ураження 20 %) – зразки 1003; 1009; 1011; 1012; 1016; 1021.

2. За натурною масою зерна виділилися сортозразки 1010; 1011; 1015; 1018; 1019 (понад 500 г/л).

3. П'ять сортозразків виділялися масою 1000 зерен, більшою ніж 40 г: Закат, Артур, Чиж × Ант, АС Assiniboja × Zlotniak, ІЗО-23 × ІЗО-22.

4. Найбільш селекційно цінними за врожайністю та її адаптивним потенціалом виявилися зразки Артур, Jawog, Світанок, Нептун та Легінь. За числом зерен у волоті високою пластичністю відзначалися Закат, Deresz, Ант, Авгол, Скарб України, Діоскурій, Зірковий, Чернігівський 27, Візит, Тембр, Дієтичний, Андрій та високою стабільністю – Deresz, Wachmat, Золак, Ант, Скарб України, Діоскурій, Зірковий, Чернігівський 27, Дарунок, Декамерон, Світанок, Легінь, Візит, Зубр, Нептун, Дієтичний, Андрій. Ці зразки можна рекомендувати як вихідний матеріал для селекції на адаптивність.

Список використаної літератури

1. Адаптивні особливості сортів тритикале ярого в умовах Східного Лісостепу України / В. К. Рябчун та ін. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 56–60.

2. Багатосередовищні випробування ячменю ярого за врожайністю та стабільністю / О. А. Демидов та ін. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т.

References

1. Adaptive features of spring triticale varieties in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine / V. K. Riabchun et al. *Ahrobiolohiia*. 2017. No. 1. P. 56–60.

2. Multi-environment tests of spring barley for yield and stability / O. A. Demydov et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Vol. 13, No.

13, № 4. С. 343–350.

3. Василенко А. О., Понуренко С. Г. Аналіз взаємозв'язків елементів структури продуктивності гороху з вусатим типом листа. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 91. С. 92–98.

4. Василюк П. М. Оцінка стабільності і пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 1. С. 15–18.

5. Васильківський С. П., Гудзенко В. М. Оцінка адаптивного потенціалу ячменю ярого за продуктивною кущистістю. *Агробіологія* : зб. наук. пр. 2011. Вип. 6 (86). С. 138–144.

6. Гудзенко В. В., Васильківський С. П., Поліщук Т. П. Продуктивність та адаптивність зразків генофонду ячменю ярого в багаторічних випробуваннях у Центральному Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 20. С. 31–40.

7. Гудзенко В. М., Василенко Н. В. Стабільність та пластичність зразків ячменю ярого за кількістю зерен з головного колоса. *Вісник Сумського НАУ. Серія "Агрономія і біологія"*. 2012. Вип. 9 (24). С. 161–166.

8. Гудзь Ю. В., Лавриненко Ю. А. Теорія і практика адаптивної селекції кукурузи. Херсон : БОРИСФЕН-поліграфсервіс, 1997. 168 с.

9. Екологічне сортовипробування ячменю ярого на завершальному етапі селекції / О. А. Демидов та ін. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 4. С. 58–65.

10. Леончик Е. Ю. Кластерний аналіз. Термінологія, методи, задачі. Изд. 2-е, доп. и перераб. Одесса, 2011. 68 с.

11. Маренюк О. Б. Пластичність та стабільність кількісних ознак колекційних зразків ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунтів. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 77–81.

12. Методика державного сортовипробування сортів на придатність до поширення в Україні : Загальна частина. *Охорона прав на сорти рослин* : офіційний бюлетень. 2003. Вип. 1, Ч. 3. 106 с.

4. P. 343–350.

3. Vasylenko A. O., Ponurenko S. H. Analysis of interrelationships of the elements of productivity structure of peas with whiskered leaf type. *Selektiia i nasinnytstvo*. 2005. Issue 91. P. 92–98.

4. Vasyliuk P. M. Assessment of stability and plasticity of productivity and quality indicators of new varieties of soft winter wheat in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2014. No. 1. P. 15–18.

5. Vasylykivskiy S. P., Hudzenko V. M. Evaluation of the adaptive potential of spring barley by productive bushiness. *Ahrobiolohiia* : zb. nauk. pr. 2011. Issue 6 (86). P. 138–144.

6. Hudzenko V. V., Vasylykivskiy S. P., Polishchuk T. P. Productivity and adaptability of spring barley gene pool samples in long-term trials in the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Henetychni resursy roslyn*. 2017. No. 20. P. 31–40.

7. Hudzenko V. M., Vasylenko N. V. Stability and plasticity of spring barley samples according to the number of grains in the main ear. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriia "Ahronomiia i biolohiia"*. 2012. Issue 9 (24). P. 161–166.

8. Hudz Yu. V., Lavrynenko Yu. A. Theory and practice of adaptive selection of corn. Kherson : BORISFEN-poligrafservis, 1997. 168 p.

9. Ecological variety testing of spring barley at the final stage of selection / O. A. Demydov et al. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2017. No. 4. P. 58–65.

10. Leonchik E. Ju. Cluster analysis. Terminology, methods, tasks. Ed. 2nd, add. and reworked. Odesa, 2011. 68 p.

11. Marenjuk O. B. Plasticity and stability of quantitative traits of collection samples of spring barley under conditions of increased soil acidity. *Selektiia i nasinnytstvo*. 2014. Issue 106. P. 77–81.

12. Methodology of state variety testing of varieties for suitability for distribution in Ukraine : General part. *Okhorona prav na sorty roslyn* : ofitsiyni biulet. 2003. Issue 1, Part 3. 106 p.

13. Methodology of scientific research in agronomy / E. R. Ehrmantraut et al. Bila

13. Методика наукових досліджень в агрономії / Е. Р. Ермантраут та ін. Біла Церква, 2018. 104 с.
14. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. *Охорона прав на сорти рослин* : офіційний бюлетень. 2003. Вип. 2, Ч. 3. 214 с.
15. Методы и результаты селекции сортовых культур в Селекционно-генетическом институте / Г. К. Дремлюк и др. *Збірник наук. праць СГІ-НЦНС*. 2007. Вип. 10 (50). С. 237–248.
16. Москалец Т. З. Прояв стабільності та пластичності генотипів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепового екоотопу. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2015. Т. 13, № 1. С. 51–55.
17. Особливості формування врожайності та прояв ознак продуктивності у сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу / В. В. Базалій та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 3–12.
18. Порівняльний аналіз статистичних програмних продуктів для кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення / Н. В. Лещук та ін. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13, № 4. С. 429–435. DOI: 10/21498/2518-1017.13.4.2017.117757.
19. Продуктивность сортов ячменя ярового в экологическом сортоиспытании / П. Н. Солонечный и др. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014. № 4. С. 96–99.
20. Радченко А. Сорт рослин як об'єкт аграрних правовідносин. *Jornalul juridic national: teorie si practica*. 2016. № 1, ч. 1. С. 73–77.
21. Рівень адаптивності перспективних ліній пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України / В. С. Кочмарський та ін. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 98–116.
22. Рослинництво / В. В. Базалій та ін. Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2015. 520 с.
23. Солонечний П. М. Адаптивний потенціал перспективних ліній ячменю ярого селекції ІР імені В. Я. Юр'єва НААН. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 15. С. 119–125.
24. Tserkva, 2018. 104 p.
14. Methods of examination and state testing of plant varieties of grain, groat and leguminous crops. *Okhorona prav na sorty roslyn* : ofitsiyniy biuletен. 2003. Issue 2, Part 3. 214 p.
15. Methods and results of selection of sorghum crops at the Breeding and Genetic Institute / G. K. Dremlyuk et al. *Zbirnyk nauk. prats SHI-NTsNS*. 2007. Issue 10 (50). P. 237–248.
16. Moskalets T. Z. Manifestation of stability and plasticity of soft winter wheat genotypes in the conditions of the Forest-Steppe ecotope. *Visnyk Ukrainkoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv*. 2015. Vol. 13, No. 1. P. 51–55.
17. Peculiarities of yield formation and manifestation of productivity traits in winter wheat varieties under the conditions of the Southern Steppe / V. V. Bazalii et al. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. 2017. Issue 97. P. 3–12.
18. Comparative analysis of statistical software products for the qualification examination of plant varieties on suitability for distribution / N. V. Leshchuk et al. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2017. Vol. 13, No. 4. P. 429–435. DOI: 10/21498/2518-1017.13.4.2017.117757.
19. Productivity of spring barley varieties in ecological sort testing / P. N. Solonechnyj et al. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2014. No. 4. P. 96–99.
20. Radchenko A. Plant variety as an object of agrarian legal relations. *Jornalul juridic national: teorie si practica*. 2016. No. 1, Part 1. P. 73–77.
21. The level of adaptability of promising lines of soft winter wheat in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine / V. S. Kochmarskyi et al. *Myronivskiyi visnyk*. 2016. Issue 2. P. 98–116.
22. Crop cultivation / V. V. Bazalii et al. Kherson : FOP Hrin D. S., 2015. 520 p.
23. Solonechnyi P. M. Adaptive potential of promising spring barley lines of IR named after V. Ya. Yuriev NAAS. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*. 2013. Issue 15. P. 119–125.
24. Solonechnyi P. M. Homeostaticity and breeding value of modern varieties of

24. Солонечний П. М. Гомеостатичність та селекційна цінність сучасних сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 36–41.
25. Солонечний П. М. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів ячменю ярого за продуктивністю. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 48–53.
26. Стабільність елементів продуктивності сортів ячменю ярого в екологічному випробуванні / П. М. Солонечний та ін. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 194–201.
27. Статистичні параметри адаптивності за урожайністю нових генотипів пшениці м'якої озимої / Л. А. Коломієць та ін. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2009. Т. 7, № 2. С. 198–205.
28. Технологія та ефективність вирощування ячменю ярого, придатного для пивоваріння / Н. І. Васько та ін. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 16. С. 26–35.
29. Ульрих С. Е. Ячмень в производстве продуктов питания. *Зерно*. 2010. № 12. С. 24–33.
30. Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Гомеостатичність та селекційна цінність колекційних зразків пшениці м'якої ярої для умов Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 85–93.
31. GGE biplot взаємодії генотип-середовище сортів ячменю ярого / П. М. Солонечний та ін. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 93–102.
32. AMMI (Additive main effect and multiplicative interaction) model for assessment of yield stability of spring barley genotypes / P. M. Solonechnyi et al. *Селекція і насінництво*. 2016. Вип. 110. С. 131–141.
33. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics / L. F. Cattivelli et al. *Field Crop Research Biology*. 2008. № 105. P. 1–14.
34. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. № 6. P. 36–40.
35. Langer I., Frey K., Bailey T. Association among productivity, production response and stability index in oat varieties. *spring barley. Seleksiia i nasinnystvo*. 2013. Issue 103. P. 36–41.
25. Solonechnyi P. M. Assessment of adaptive capacity and stability of spring barley varieties in terms of productivity. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2014. No. 4. P. 48–53.
26. Stability of productivity elements of spring barley varieties in an ecological test / P. M. Solonechnyi et al. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2014. Issue 105. P. 194–201.
27. Statistical parameters of adaptability according to yield of new genotypes of soft winter wheat / L. A. Kolomiets et al. *Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv i seleksioneriv*. 2009. Vol. 7, No. 2. P. 198–205.
28. Technology and efficiency of growing spring barley suitable for brewing / N. I. Vasko et al. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*. 2014. Issue 16. P. 26–35.
29. Ul'rih S. E. Barley in food production. *Zerno*. 2010. No. 12. P. 24–33.
30. Khomenko S. O., Fedorenko I. V., Fedorenko M. V. Homeostaticity and selection value of collection samples of soft spring wheat for the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivskiy visnyk*. 2016. Issue 3. P. 85–93.
31. GGE biplot of genotype-environment interactions of spring barley varieties / P. M. Solonechnyi et al. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2014. Issue 106. P. 93–102.
32. AMMI (Additive main effect and multiplicative interaction) model for assessment of yield stability of spring barley genotypes / P. M. Solonechnyi et al. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2016. Issue 110. P. 131–141.
33. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics / L. F. Cattivelli et al. *Field Crop Research Biology*. 2008. No 105. P. 1–14.
34. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. No 6. P. 36–40.
35. Langer I., Frey K., Bailey T. Association among productivity, production response and stability index in oat varieties. *Euphytica*. 1979. Vol. 28. P. 17–24.

Euphytica. 1979. Vol. 28. P. 17–24.

36. Pettersson C. G., Eckersten H. T. Prediction of grain protein in spring malting barley grown in northern Europe. *European Journal of Agronomy*. 2007. № 27. P. 205–214.

37. Promising ecophysiological traits for genetic improvement of cereals yields in Mediterranean environments grains / G. A. Slaffer et al. *Annals of Applied Biology*. 2005. № 46. P. 61–70.

38. The effect of cultivar and environment on β -amylase activity is associated with the change of protein content in barley grains / G. P. Zhang et al. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2006. № 192. P. 43–49.

36. Pettersson C. G., Eckersten H. T. Prediction of grain protein in spring malting barley grown in northern Europe. *European Journal of Agronomy*. 2007. No 27. P. 205–214.

37. Promising ecophysiological traits for genetic improvement of cereals yields in Mediterranean environments grains / G. A. Slaffer et al. *Annals of Applied Biology*. 2005. No 46. P. 61–70.

38. The effect of cultivar and environment on β -amylase activity is associated with the change of protein content in barley grains / G. P. Zhang et al. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2006. No 192. P. 43–49.

Отримано 16 лютого 2023 р.
Погоджено до друку 22 червня 2023 р.

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОНЮШИНО-ТИМОФІЇВКОВОЇ СУМІШКИ В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Метою наших досліджень є встановлення закономірностей формування кормової продуктивності сіяних сінокосів короткотривалого використання на дерново-підзолистих ґрунтах Передкарпаття залежно від норм удобрення.

Наведено результати досліджень щодо впливу різних норм удобрення та позакореневого підживлення комплексним хелатним добривом Наніт Турбо на формування продуктивності та ботанічного складу за два роки використання травостою.

Дослід закладено у 2020 р. безпокровним літнім строком сівби. Агротехніка – загальноприйнята для зони Передкарпаття. Облік урожаю у дослідях проводили у фазі господарської стиглості (бобових трав – бутонізації, злакових – на початку колосіння) шляхом ручного скошування та наступного зважування повітряно-сухої маси. Для визначення ботанічного складу врожаю відбирали проби зеленої маси з поділом на ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, різнотрав'я.

Для сівби використовували районовані сорти багаторічних трав, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, а саме: тимофіївка лучна (сорт Підгірянка), конюшина лучна (сорт Передкарпатська б).

Встановлено, що у 2021 р. найпродуктивнішим (12,31 т/га) виявився варіант з внесення аміачної селітри, як стартового азоту (N_{30}) та N_{30} після першого укосу на фоні $P_{60}K_{90}$ та проведення обробки травостою Наніт Турбо. Найвища врожайність у 2022 р. (12,89 т/га) була на варіантах при внесенні N_{30} перед та після першого укосу при обробці рослин, що вегетують Наніт Турбо на фоні $P_{60}K_{90}$.

В середньому за два роки першого укосу основу ботанічного складу займала конюшина лучна, вміст коливався в межах 39–83 %, а в другому укосі її вміст був дещо вищим 83–95 %, в третьому вона також збереглася на достатньому рівні 78–89 % в зеленій масі.

Найвищий вміст злакового травостою у першому укосі спостерігався на варіанті з внесенням N_{60} на фоні $P_{60}K_{90}$ і становив 57 %, у другому – найвищий вміст був на варіанті з позакореневою обробкою Наніт Турбо на фоні $P_{60}K_{90}$ і становив 10 %.

Вміст несіяних видів в трьох укосах не перевищував 7,0 % до зеленої маси.

Ключові слова: травосуміш, удобрення, мікроелементи, урожайність, продуктивність.

Nataliia Karasevych

Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS

The impact of fertilization on the productivity of clover-timothy mixture in the Precarpathian conditions

The purpose of our research is to establish the patterns of forage productivity formation of sown hay-lands of short-term use on the sod-podzolic soils of the Precarpathian region, depending on fertilizer norms.

There are shown the results of studies on the influence of different norms of fertilization and foliar feeding with a complex chelate fertilizer Nanit Turbo on the formation of productivity and botanical composition for two years of the use of grass-stand.

The experiment has started in 2020 by uncovered summer sowing period. Agrotechnics – generally accepted for the area of the Precarpathian region. Harvesting in the experiments was carried out in the phase of economic ripeness (in legumes – by budding, in grasses – at the beginning of spikelets) by manual mowing and subsequent weighing of air-dry mass. Green mass samples with division into botanical and economic groups were selected to determine the botanical composition of the crops: grasses, legumes, herbs.

Zoned varieties of perennial grasses were used for sowing, listed in the State Register of Plant Varieties, suitable for distribution in Ukraine, namely: timothy-grass (Podhirianka variety), meadow clover (Peredkarpatska 6 variety).

It was established that in 2021 the most productive (12.31 t/ha) was the variant with introduction of ammonium nitrate as starting nitrogen (N_{30}) and N_{30} after the first move on the background of $P_{60}K_{90}$ and the treatment with Nanit Turbo. The highest yield in 2022 (12.89 t/ha) was on the variants with introduction of N_{30} before and after the first move when processing vegetative plants with Nanite Turbo on the background of $P_{60}K_{90}$.

On average, in two years of the first move, the base of the botanical composition was meadow clover, its content ranged 39–83 %, and in the second move its content was higher – 83–95 %, in the third move it was also preserved in the green mass at a sufficient level of 78–89 %.

The highest content of grasses in the first move was observed by the application of N_{60} on the background of $P_{60}K_{90}$ and was 57 %, in the second move the highest content was on the variant with foliar treatment with Nanit Turbo on the background of $P_{60}K_{90}$ and was 10 %.

The content of non-sowed species in three moves did not exceed 7.0 % to green mass.

Keywords: grass mixture, fertilizer, trace elements, yield, productivity.

Вступ. В Україні, в умовах становлення ринкових відносин та фінансової кризи, в якій опинилося сільське господарство, виникла потреба у створенні культурних сіножатей – як джерела отримання високопоживних і найдешевших кормів для тваринництва [21]. Ця

обставина змушує шукати альтернативні шляхи збільшення продуктивності сільськогосподарських рослин із застосуванням малих доз мінеральних добрив та максимального використання їх біологічних можливостей, шляхом підбору оптимального складу травосумішок, застосування біологічно активних речовин, що стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищують їх продуктивність і якість врожаю в системі ґрунтозахисного землеробства [1, 8, 30].

Досвід передових господарств та результати досліджень показують, що для збільшення виробництва тваринницької продукції необхідно створювати високопродуктивні сіножаті та пасовища. За правильної технології вирощування та догляду ці угіддя в зоні Правобережного Лісостепу України забезпечують 3–5 т кормових одиниць з гектара, коли продуктивність природних сіножатей становить 0,5–1 т/га кормових одиниць.

Передкарпаття є зоною достатнього зволоження і являє собою хвилясте підвищення, тому ведення тваринництва слід базувати на основі лучного кормовиробництва. Для одержання високої продуктивності травостоїв необхідно забезпечити правильний підбір їх видів, терміни використання і догляд за ними [11].

Нині не розкрито характер взаємовідносин окремих видів у процесі живлення. При сумісних посівах ще недостатньо вивчена боротьба за існування та конкурентоздатність деяких видів трав. Це здебільшого стосується бобових і злакових трав у лучних ценозах [12].

Основним із важливих аспектів підвищення продуктивності лук є розробка і освоєння інтенсивних ресурсощадних технологій, згідно з якими повніше досягається забезпечення потреб рослин і тварин. На даний час урожайність сінокосів залежить, перш за все, від забезпечення рослин мінеральними елементами, і зокрема найбільше азотом [10, 21, 26].

На даний час перед аграрною наукою поставлено невідкладні завдання – інтенсифікація розробок і широке впровадження у практику ефективних ресурсо- і енергоощадних, екологічно безпечних технологій виробництва кормів. Цієї мети не можна досягти без застосування добрив [9, 29].

Ефективність застосування мінеральних добрив значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов зони травосіяння [19].

На даний час не існує одностайної думки відносно доцільності застосування азотних добрив під бобові культури. Це пояснюється здатністю бобових культур за своїми біологічними особливостями використовувати для власного росту і розвитку симбіотичний азот, засвоєний бульбочковими бактеріями повітря. Так, конюшина забезпечує себе азотом на 70–90 % внаслідок симбіотичної діяльності

бульбочкових бактерій, але на початкових етапах органогенезу під неї потрібно вносити 40 кг/га азоту, або проводити передпосівну обробку насіння біологічними препаратами [16, 27].

При застосуванні азотних добрив у підживлення навесні або після кожного укусу багаторічних бобових трав простежується пригнічення життєдіяльності бульбочкових бактерій, тоді як нестача азоту в ці періоди призводить до зниження урожайності зеленої маси [14].

За даними відомого вченого Я. І. Мащака, невисокі дози азотних добрив значно підвищують урожайність листостеблової маси бобових трав [24].

В умовах Прикарпаття застосування надмірно високих доз азотних добрив призводить до зменшення вмісту в кормі кальцію, магнію, калію і менш помітно фосфору. При цьому вміст протеїну збільшується недостатньо, оскільки при сприятливих погодних умовах азот із добрив рослини в основному використовували на формування листостеблової маси, проте, власне у рослинах його концентрація не зростала [5, 6, 7, 15, 18].

Внесення азотних добрив на травостоях багаторічних трав сприяє збільшенню урожаю та якості корму порівняно з фосфорно-калійним фоном [20, 22].

Встановлено, що при застосуванні повного мінерального добрива продуктивність багаторічних трав була значно вищою, ніж при внесенні лише фосфорно-калійних [23].

Калійні добрива, внесені на травостої із сумішок, до яких введена люцерна посівна, сприяють кращій його зимостійкості, збільшують густоту й урожайність компонентів, тоді як фосфорні добрива іноді зумовлюють зменшення кількості рослин на одиниці площі.

На оглеєних ґрунтах з достатнім вмістом P_2O_5 застосування фосфорно-калійних добрив стало причиною досить низьких приростів сухої речовини в урожаї зеленої маси [3].

Для повнішої реалізації генетичного потенціалу бобових і, особливо, злакових трав при їх вирощуванні в різних ґрунтово-кліматичних умовах використовують внесення різних доз азотних, фосфорних і калійних добрив. Дослідженнями, проведеними в наукових установах доведено, що застосування повного мінерального добрива відповідно до обґрунтованих норм і співвідношень при оптимальному зволоженні ґрунту забезпечує підвищення урожайності листостеблової маси бобово-злакових травосумішок у два-три рази й більше [28]. Поряд із цим добрива сприяють також поліпшенню

ботанічного складу і подовженню тривалості використання сіяних травостоїв [4].

Одержання високих і сталих врожаїв багаторічних трав неможливе без застосування системи удобрення, в якій передбачається також здатність бобових трав фіксувати біологічний азот повітря за допомогою бульбочкових бактерій. Мінеральні добрива суттєво впливають на ріст і розвиток компонентів травосумішок, що позитивно позначається на їх продуктивності [10, 13, 17].

Поряд із застосуванням на луках азотних, фосфорних і калійних добрив для підвищення продуктивності кормових угідь важливе практичне значення мають мікроелементи. Вони входять до складу ферментів, білків, вітамінів та інших сполук, відповідають за головні метаболічні процеси в рослинному організмі, що значною мірою впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Чисельними дослідженнями встановлено, що рослинні організми не можуть нормально розвиватися, коли для них недоступні в оптимальних кількостях макро- і мікроелементи. Нестача бору, марганцю, молібдену, цинку, кобальту та міді в ґрунті є причиною зниження швидкості протікання процесів, що відповідають за розвиток рослинного організму. Зокрема порушуються процеси обміну речовин, спостерігається недорозвиненість квіток і насіння. Дефіцит того чи іншого мікроелемента негативно впливає не тільки на врожайність лучних трав, а й на якість корму, що своєю чергою може спричинити захворювання сільськогосподарських тварин, зокрема худоби, знижувати її продуктивність, погіршувати поживну цінність тваринницької продукції.

Застосування мікродобрив з середнім вмістом рухомих форм відповідних елементів забезпечує не тільки збалансоване співвідношення макро- і мікроелементів для живлення рослин, але й позитивно впливає на фізіологічні та біохімічні процеси в них, симбіотичну фіксацію бульбочковими й вільноживучими бактеріями, значно підвищує білкову продуктивність і якість отриманої продукції [14].

Значний вплив на симбіотичну фіксацію азоту мають молібден, кобальт, бор, мідь, цинк, марганець, ванадій та ін. З-поміж цих елементів найважливіше значення для формування високоефективних симбіотичних систем мають молібден та бор.

Молібден входить у склад ензимів, які беруть участь у засвоєнні азоту з повітря, що дозволяє підвищувати врожайність сухої речовини на 10–13 ц/га. Ванадій доповнює і посилює дію молібдену у процесі азотфіксації. Бор сприяє кращому забезпеченню бульбочкових бактерій вуглеводами. За його нестачі в бульбочках бобових рослин

порушується розвиток судинних пучків, внаслідок чого погано розвивається бактерійна тканина і зменшується азотфіксація. Нестача міді в ґрунті також зменшує активність симбіозу. Кобальт підсилює інтенсивність дихання бульбочкових бактерій, активізуючи цим самим процес фіксації азоту [7].

Отже, метою наших досліджень було встановити ріст, розвиток та взаємовплив злакових та бобових компонентів травосумішей залежно від удобрення та позакореневого підживлення.

Матеріали і методи. Експериментальну роботу проводили в Передкарпатському відділі наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Лішня Дрогобицького р-ну Львівської області). Дослід закладено на дерново-підзолистих поверхнево оглеєних середньокислих суглинкових ґрунтах. Агротехніка на дослідних ділянках загальноприйнята, за винятком елементів, які вивчали. У досліді висівали районовані сорти багаторічних трав, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, а саме: тимофіївка лучна (сорт Підгірянка), конюшина лучна (сорт Передкарпатська 6). Співвідношення компонентів сумішки: 40 % бобових, 60 % злакових трав.

Щорічно під багаторічні трави ранньою весною вносили норми удобрення згідно схеми досліду:

1. P₆₀K₉₀ (фон);
2. Фон + Наніт Турбо;
3. Фон + N₃₀;
4. Фон + N₃₀ + Наніт Турбо;
5. Фон + (N₃₀ + Наніт Турбо після першого укусу);
6. Фон + N₆₀;
7. Фон + N₆₀ + Наніт Турбо;
8. Фон + N₃₀ + Наніт Турбо (N₃₀ після першого укусу).

Дослідження виконували за методикою Інституту кормів НААН [2]. Облік урожаю здійснювали суцільним методом з послідовним зважуванням з кожної ділянки, врожайність подавали в абсолютно сухій масі з попереднім визначенням гігроскопічної вологи висушуванням проби снопа вагою 0,5 кг за температури 105 °С до постійної маси (ДСТУ ISO 6497:2005). Визначення видового, ботанічного складу, структури врожаю і щільності травостою проводили шляхом відбору проби зеленої маси з ділянок кожного варіанта по 0,25 м² із першого та третього повторень, які поділяли на ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, різнотрав'я (ДСТУ 6017:2008). Опрацювання та узагальнення результатів досліджень

проводили, використовуючи статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві [25].

Дослід закладено безпокровним літнім строком сівби у 2020 р. Погодні умови виявилися сприятливими для росту і розвитку та формування врожаю листостеблової маси багаторічних трав. Літо було спекотним та дощовим. Найбільшу середньомісячну температуру повітря спостерігали у серпні – 19,7 °С, що на 2,4 °С вище за норму. У червні та липні вона становила 18,4 – 19,0 °С, проте теж була вищою за норму відповідно на 2,2–1,4 °С. Найбільш посушливим видався серпень, де випало лише 31,4 мм, що на 30,5 мм, менше від середньобагаторічних показників. Достатньо дощовим був червень. Опадів випало 131,5 мм, або на 12 мм вище за норму.

Температурні умови 2021 р. були сприятливими для росту та розвитку рослин, літо було помірним з досить високою кількістю опадів, за період з квітня по серпень випало 365,9 мм опадів що на 22,3 % менше ніж середньобагаторічні, при вищій в середньому температурі повітря на 7,5 %.

Сума активних температур 2022 р. значно перевищувала багаторічну норму. Квітень місяць був досить теплим, середньомісячний показник становив 7,3 °С (при середньобагаторічному – 7,9 °С). Літні місяці характеризувались високою температурою 19,4–19,6 °С, проти середньої багаторічної – 16,2–17,0 °С.

Кількість опадів у весняний період становила 95,2 мм, що на 92,8 мм менше за норму. Посушливими виявилися і літні місяці, де випало 220,7 мм опадів, проти 321 мм середньобагаторічному показнику. Висока температура повітря разом з недостатньою кількістю опадів негативно вплинули на відростання багаторічних трав, особливо це стосувалося злаків.

Результати та обговорення. У 2021 р. на варіанті з фосфорно-калійними добривами отримали за три укуси 10,08 т/га сухої маси (табл. 1). Найпродуктивнішим (12,31 т/га) виявився варіант з внесення аміачної селітри як стартового азоту (N_{30}) та N_{30} після першого укусу на фоні $P_{60}K_{90}$, та проведення обробки травостою Наніт Турбо. Дещо нижча урожайність (11,48 т/га) була на варіанті з одноразовим внесенням N_{60} на фоні $P_{60}K_{90}$. На варіанті фон + N_{30} приріст сухої маси від застосування Наніт Турбо склав лише 0,27 т/га, в порівнянні з аналогічним варіантом без обробки (вар. 3, 4).

У 2022 р. врожайність травостою, в сумі за три укуси, становила 9,61–12,89 т/га сухої маси (табл. 1). Найбільша врожайність (12,89 т/га) була на варіантах при внесенні N_{30} перед та після першого укусу при обробці рослин, які вегетують Наніт Турбо на фоні $P_{60}K_{90}$. Дещо

меншою врожайність сухої маси спостерігалася на варіантах, де було внесено аміачну селітру в дозі N₃₀ з обробкою Наніт Турбо на агрофоні P₆₀K₉₀ – 12,21 т/га сухої маси. Найменш продуктивною (9,61 т/га) вивилися варіанти з внесенням N₃₀ та обробкою Наніт Турбо після першого укоси. Обробка вегетуючих рослин Наніт Турбо на фоні N₃₀P₆₀K₉₀ збільшувала продуктивність на 1,3 т/га в порівнянні до варіанту без обробки.

1. Урожайність сухої маси конюшино-тимофійкової сумішки залежно від удобрення та позакореневого підживлення, в сумі за три укоси, т/га (2021–2022 рр.)

№ вар.	Удобрення	2021	2022	Середнє
1	P ₆₀ K ₉₀ (фон)	10,08	10,49	10,29
2	Фон + Наніт Турбо	10,53	10,86	10,70
3	Фон + N ₃₀	10,56	10,91	10,74
4	Фон + N ₃₀ + Наніт Турбо	10,83	12,21	11,52
5	Фон + (N ₃₀ + Наніт Турбо після першого укоси)	10,77	9,61	10,19
6	Фон + N ₆₀	11,48	10,45	10,97

В середньому за два роки досліджень найвищу врожайність – 12,6 т/га отримали на варіанті з обробкою вегетуючих рослин Наніт Турбо на фоні N₃₀P₆₀K₉₀ та N₃₀ після першого укоси. Найменший показник був на варіанті з внесенням N₆₀ на фоні (P₆₀K₉₀) та обробкою Наніт Турбо і становив – 9,93 т/га. Обробка вегетуючих рослин Наніт Турбо на фоні P₆₀K₉₀ (вар. 2.) збільшувала продуктивність на 0,41 т/га в порівнянні до варіанту без обробки, а на варіанті з фоном N₃₀P₆₀K₉₀ цей показник зріс до 0,78 т/га (вар. 4). Отже, можна стверджувати, що обробка рослин висококонцентрованим комплексним хелатним добривом Наніт Турбо мала вплив на збільшення урожайності.

Проведений ботанічний аналіз показав повне домінування сіяних бобових трав перед злаковими (в середньому по укосах за 2021–2022 рр.) (табл. 2). В середньому за I укоси основу ботанічного складу займала конюшина лучна, її домінування помітне на усіх варіантах досліді. Щодо її відсоткового вмісту, то кількість конюшини коливалася в межах 39–83 % – у першому укосі, 88–95 % – в другому укосі, 78–89 % – в третьому укосі. Найвищий вміст конюшини лучної в першому укосі (83 %) спостерігався на варіанті з внесенням P₆₀K₉₀, у другому укосі найвищий показник (95 %) спостерігався на варіантах 1 і 8, в третьому укосі найвищий показник бобового компонента – на варіанті Фон + N₃₀ та варіанті Фон + N₃₀ + Наніт Турбо + (N₃₀ після першого укоси) і становив 89 %.

2. Ботанічний аналіз травостою конюшино-тимофіївкової сумішки, % до зеленої маси, в середньому по укосах, (2021–2022 рр.)

№ вар.	Удобрення	Вид рослин	I укіс	II укіс	III укіс
1	P ₆₀ K ₉₀ (фон)	злаки	14	4	17
		бобові	83	95	81
		різнотрав'я	3	1	2
2	Фон + Наніт Турбо	злаки	33	10	12
		бобові	66	88	85
		різнотрав'я	1	2	3
3	Фон + N ₃₀	злаки	25	4	10
		бобові	72	94	89
		різнотрав'я	3	2	1
4	Фон + N ₃₀ + Наніт Турбо	злаки	25	6	15
		бобові	74	93	82
		різнотрав'я	1	1	3
5	Фон + (N ₃₀ + Наніт ТУРБО після першого укосу)	злаки	25	4	19
		бобові	68	94	78
		різнотрав'я	7	2	3
6	Фон + N ₆₀	злаки	57	4	18
		бобові	39	94	80
		різнотрав'я	4	2	2
7	Фон + N ₆₀ + Наніт Турбо	злаки	30	6	17
		бобові	67	93	80
		різнотрав'я	3	1	3
8	Фон + N ₃₀ + Наніт ТУРБО + (N ₃₀ після першого укосу)	злаки	18	4	8
		бобові	77	95	89
		різнотрав'я	5	1	3

Значно вплинуло на відсоток тимофіївки лучної у травостой в першому укосі одноразове внесення N₆₀, що збільшило її кількість на 43 % в порівнянні з фоновим варіантом. Проте це приводило до зниження вмісту в травостой конюшини лучної до 39 % у порівнянні до інших варіантів досліджу. У другому укосі вміст злакового травостою був в межах 4–10 %. У третьому укосі вміст тимофіївки був дещо вищим – 8–19 %, де найвищий вміст спостерігався на варіанті 5. Вміст несіяних видів в трьох укосах не перевищував 7,0 % до зеленої маси.

Висновки. За результатами дворічних досліджень конюшино-тимофіївкова травосумішка, за вирощування її в умовах Передкарпаття, забезпечила продуктивність 12,6 т/га сухої маси за

внесення аміачної селітри як стартового азоту (N_{30}) та N_{30} після першого укосу на фоні $P_{60}K_{90}$, та проведення обробки травостою Наніт Турбо.

У перші два роки використання конюшино-тимофіївкового травостою основу ботанічного складу становила конюшина лучна: її частка в першому укосі становила 39–83 %, а в другому – 83–95 %, та 78–89 % – в зеленій масі. Найвищий вміст злакових трав (57 %) у першому укосі зафіксовано за внесення N_{60} на фоні $P_{60}K_{90}$.

Список використаної літератури

1. Агроекобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолук та ін. Львів: 2013. 304 с.

2. Бабич А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Київ, 1998. 80 с.

3. Берег С. С. Вплив удобрення і режимів використання на продуктивність травостоїв у Передкарпатті. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55 (II). С. 8–14.

4. Бугрин Л. М., Бугрин О. М. Кормова продуктивність пасовищних агрофітоценозів залежно від удобрення та застосування біопрепаратів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55 (II). С. 20–27.

5. 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).

6. Василькевич А. С., Мойсієнко В. В. Продуктивність та якість травосумішки конюшини з тимофіївковою в умовах Полісся. Всеукраїнська наукова-практична конференція «Сільське господарство сьогодні». Житомир, 2019. № 1. С. 114–116.

7. Виговський І. В. Структура врожаю злаково-бобового травостою залежно від складу травосумішки, удобрення і стимулятора росту. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 1

References

1. Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses / M. T. Yarmoliuk et al. Lviv: 2013. 304 p.

2. Babych A. O. Methodology of experiments on fodder production. Kyiv, 1998. 80 p.

3. Behey S. S. Effect of fertilizer and use regimes on the productivity of grasslands in Precarpathians. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2013. Issue 55 (II). P. 8–14.

4. Buhryn L. M., Buhryn O. M. Effect of fertilizers and application of biopreparations on changes of botanical and specific composition of pasture agrocenoses. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2013. Issue 55 (II). P. 20–27.

5. Buhryn L. M., Buhryn O. M. The influence of the composition of grass mixtures and biological and mineral fertilizers on the forage productivity of meadow agrophytocenoses on sloping lands. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2020. Issue 68 (2). P. 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).

6. Vaskevych A. S., Moisiienko V. V. Productivity and quality of grass mixture of clover with timothy in the conditions of Polissia. Vseukrainska naukova-praktychna konferentsiia «Silske hospodarstvo siohodennia». Zhytomyr, 2019. P. 114–116.

7. Vyhovskiy I. V. The structure of the yield of grasses and legumes depending on the composition of the grass mixture, fertilizer and growth stimulator. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinaryanoi medytsyny ta*

(61). С. 29–33.

8. Виговський І. В. Формування травостою залежно від одновидових посівів і їх травосумішок. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2014. Т. 16, № 3 (3). С. 32–38.

9. Вишнеvsька О. В. Формування ростових процесів і продуктивності бобово-злакових травосумішок залежно від системи удобрення та способів сівби. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2015. № 8. С. 36–41.

10. Вплив удобрення на продуктивність бобово-злакової травосумішки / В. О. Оліфірович та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 48–53.

11. Демидась Г. І., Демцюра Ю. В. Формування щільності сіяних агрофітоценозів залежно від видового складу багаторічних трав та рівня їх удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. С. 45–47.

12. Дзюбайло А. Г., Пилипів Н. І. Динаміка щільності сіяного травостою залежно від уообрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 80–95. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-5.

13. Забарна, Т. А. Вплив конюшини лучної на підвищення родючості ґрунтів. *Зб. наук. пр. Нац. наук. центру «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 3. С. 104–118.

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

15. Карбівська У. М. Вплив добрив на ботанічний склад різностиглих злакових трав в умовах Прикарпаття. *Агроекологічний журнал*. 2020. Вип. 2. С. 91–97. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207686>.

16. Коваленко В. П. Оптимізація удобрення і його роль у формуванні продуктивності фітомаси сортів конюшини лучної. *Наукові доповіді*

biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho. 2015. Vol. 17. No 1 (61). P. 29–33.

8. Vyhovskyy I. V. Grass formation depending on their single-species planting and grass mixtures. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2014. Vol. 16. No 3 (3). P. 32–38.

9. Vyshnevskaya O. V. Formation of growth processes and productivity of legume-grass mixtures depending on the fertilization system and sowing methods. *Agro-industrial production of Polissia*. 2015. No 8. P. 36–41.

10. The effect of fertilizer on the productivity of legumes and grasses / V. O. Olifirovych et al. *Visnyk ahramoi nauky*. 2018. No 11. P. 48–53.

11. Demydas H. I., Demtsiura Yu. V. Formation of density of sown agrophytocenoses depending on the species composition of perennial grasses and the level of their fertilizer. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2016. No 1. P. 45–47.

12. Dziubailo A. H., Pylypiv N. I. The dynamics of the density of sown grass-stand depending on the fertilization. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2022. Issue 71 (1). P. 80–95. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-5.

13. Zabarna T. A. The effect of meadow clover on increasing soil fertility. *Zb. nauk. pr. Nats. nauk. tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2018. Issue 3. P. 104–118.

14. Karbivska U. M. Accumulation of root mass and symbiotic nitrogen by legume-grass mixtures. *Naukovi horizonty*. 2020. No 5 (90). P. 29–35. Doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-29-35.

15. Karbivska U. M. The effect of fertilizers on the botanical composition of different maturing grasses in the conditions of Carpathian region. *Ahroekologichnyi zhurnal*. 2020. Issue 2. P. 91–97. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207686>.

16. Kovalenko V. P. Optimization of fertilizer and its role in formation of phytomass productivity of meadow clover varieties. *Naukovi dopovidi*

Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_1_14 (дата звернення: 03.05.2022).

17. Кургак В. Г., Волошин В. М. Підвищення ефективності використання багаторічних бобових трав на луках України. *Посібник українського хлібороба «Біологізація землеробства»*: науково-практичний збірник. Київ: ТОВ «Сігматрейд», 2017. Том 1. С. 288–291.

18. Кургак В. Г., Карбівська У. М. Ефективність застосування мінеральних добрив та азотфіксувальних препаратів на бобово-злакових лучних агрофітоценозах Прикарпаття. *Землеробство*. 2019. Вип 1. С. 56–63.

19. 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. DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-2.

20. Марцінко Т. І. Формування сіяних лучних фітоценозів Передкарпаття залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2023. Вип. 101(3). С. 35–39.

21. Марцінко Т. І., Дзюбайло А. Г., Карасевич Н. В. Продуктивність бобово-злакового травостою залежно від удобрення в умовах Передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 145–155. <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/10.pdf>.

22. Марцінко Т. І., Карасевич Н. В., Бегей С. С. Вплив способів удобрення та режимів використання на формування бобово-злакового травостою. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 73 (2). С. 63–75. DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-2-5.

23. Марцінко Т. І. Вплив удобрення на продуктивність та ботаніко-господарський склад сіяних лучних агроценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (1). С. 135–145. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-10.

24. Мащак Я. І., Мізерник Д. І. Застосування мінерального удобрення та біопрепаратів на вироджених травостоях.

Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. 2017. No 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_1_14 (last accessed: 03.05.2022).

17. Kurhak V. H., Voloshyn V. M. Increasing the efficiency of the use of perennial leguminous grasses in the meadows of Ukraine. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba «Biologizatsiia zemlerobstva»*: naukovo-praktychnyi zbirnyk. Kyiv: TOV «Sihmatreid». 2017. Vol. 1. P. 288–291.

18. Kurhak V. H., Karbivska U. M. Effectiveness of using mineral fertilizers and nitrogen-fixing preparations on legume-grass meadow agrophytocenoses of the Carpathians. *Zemlerobstvo*. 2019. Issue 1. P. 56–63.

19. Martsinko T. I. Peculiarities of the formation of legume-grass mixture depending on the influence of agrotechnical factors. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2022. Issue 72 (1). P. 21–32. DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-2.

20. Martsinko T. I. Formation of sown meadow phytocenoses of Precarpathia depending on fertilization. *Visnyk ahrarnoi nauky*. Vol. 101 (3). 2023. P. 35–39.

21. Martsinko T. I., Dziubailo A. H., Karasevych N. V. Productivity of legume-grass herbage depending on fertilization in the conditions of Precarpathia. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2019. Issue 66. P. 145–155. <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/10.pdf>.

22. Martsinko T. I., Karasevych N. V., Behey S. S. The influence of fertilization methods and modes of use on the formation of legume-grass herbage. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2023. Issue 73 (2). P. 63–75. DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-2-5.

23. Martsinko T. I. Effect of fertilizer on productivity, botanical and economic composition of sown meadow agrocenoses. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2020. Issue 68 (1). P. 135–145. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-10.

24. Mashchak Ya. I., Mizernyk D. I. Application of mineral fertilizers and biological products on degenerate grasslands. *Peredhirne ta hirske*

Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2013. Вип. 55. Ч. I. С. 73–79.

25. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : навчальний посібник / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Олді-Плюс. 2020. 448 с.

26. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3. С. 13–17.

27. Панахид Г. Я. Вплив різних видів удобрення бобово-злакового травостою на зміну агрофізичних показників ґрунту. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 125–130.

28. Панахид Г. Я., Коник Г. С., Котяш У. О. Формування новостворених бобово-злакових лучних травостоїв залежно від різних видів удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 114–124. <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/65/10.pdf>.

29. Стан і тенденції розвитку сільського господарства в структурі національної економіки України / Ю. О. Лупенко та ін. *Наукові горизонти*. 2022. Том 25. № 6. С. 121–128. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(6\).2022.121-128](https://doi.org/10.48077/scihor.25(6).2022.121-128).

30. Цимбал С. Я., Кушук М. А. Роль багаторічних бобових трав у поліпшенні кормових угідь. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 1. С. 131–139.

zemlerobstvo i tvarynnytstvo. 2013. Issue 55. part I. P. 73–79.

25. Methodology of field experiment (Irrigated agriculture) : navchalnyi posibnyk / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Oldi-Plus. 2020. 448 p.

26. Olifirovych V. O. Productivity of perennial agrophytocenoses depending on the composition of grass mixtures and the mode of their use. *Visnyk ahraryoi nauky*. 2018. No 3. P. 13–17.

27. Panakhyd H. Ya. Influence of different kinds of fertilizer of legume-grass grassland to changing agrophysical indicators of soil. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2016. Issue 60. P. 125–130.

28. Panakhyd G. Ya., Konyk G. S., Kotiash U. O. Formation of newly formed legume-grass meadow grass-stands depending on different types of fertilizer. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2019. Issue 65. P. 114–124. <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/65/10.pdf>.

29. The state and trends of the development of agriculture in the structure of the national economy of Ukraine / Yu. O. Lupenko et al. *Naukovi horyzonty*. 2022. Vol. 25. No 6. P. 121–128. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(6\).2022.121-128](https://doi.org/10.48077/scihor.25(6).2022.121-128).

30. Tsybmal S. Ya., Kushhuk M. A. The role of perennial legumes in the improvement of forage lands. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2018. Issue 1. P. 131–139.

Отримано 17 липня 2023 р.
Погоджено до друку 4 серпня 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-5

УДК 633.854.78:631.5

Л. С. КВАСНІЦЬКА, кандидат сільськогосподарських наук

Г. П. ВОЙТОВА, науковий співробітник

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН

вул. Самчики, 1, с. Самчики Хмельницького р-ну Хмельницької обл.,

31182, e-mail: larusa7215@ukr.net

ВОДОСПОЖИВАННЯ СОНЯШНИКУ В ЛАНКАХ РІЗНОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Представлено результати дослідження впливу сівозмінного фактора та біодеструктора рослинних решток на зміну запасів продуктивної вологи ґрунту впродовж вегетаційного періоду та водоспоживання посівів соняшнику в умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу.

Встановлено, що на чорноземах опідзолених у формуванні водного режиму ґрунту в посівах соняшнику значну роль відіграє набір культур та порядок їх чергування в ланках сівозміни. За вирощування у ланці «пшениця озима – овес – соняшник» відзначено найбільший запас продуктивної вологи в 0–10 см (20,4 мм), 0–30 см (61,4 мм) та у метровому (213,2 мм) шарах ґрунту. Найнижчим показник вологозабезпеченості шару ґрунту 0–100 см був у ланці «соняшник – пшениця озима – соняшник», який становив 195,2 мм. За вирощування соняшнику в цій ланці відзначено найменші запаси продуктивної вологи в ґрунті впродовж усього вегетаційного періоду.

Внесення біодеструктора рослинних решток сприяло більшому накопиченню органічної речовини та підвищило водоутримувальну здатність ґрунту, що забезпечило збільшення акумуляції запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту: на час сівби на 3–8 %, у фазі цвітіння – на 5–10 % та на час збирання культури – на 11–15 %.

За вегетаційний період рослини соняшнику згідно з усередненими дворічними даними використовували з ґрунту 525–617 м³/га продуктивної вологи, що разом з опадами визначало розмір загального водоспоживання, яке становило 7349–7436 м³/га.

Коефіцієнт водоспоживання на 1 т біомаси становив 1182–1293 м³, на 1 т насіння – 2361–2580 м³. Найменші витрати вологи на формування 1 т біомаси (1182 м³) та 1 насіння (2361 м³) одержали за розміщення соняшнику в ланці «соя – пшениця озима – соняшник». Збільшення витрати вологи рослинами на формування одиниці врожаю на 9 % відзначено в ланці «соняшник – пшениця озима – соняшник».

Застосування біодеструктора рослинних решток органік баланс у технології вирощування соняшнику зменшило коефіцієнт водоспоживання на 1 т біомаси на 5–7 %, на 1 т насіння – 6–7 % за вирощування в усіх ланках

сівозміни, що свідчить про суттєву економію вологи на утворення одиниці продукції.

Ключові слова: соняшник, ланка сівозміни, продуктивна волога, коефіцієнт водоспоживання.

Larysa Kvasnitska, Halyna Voitova

Khmelnyskyi State Agricultural Experimental Station of the Institute of feed and agriculture of Podillia NAAS

Water consumption of sunflower in the links of different crop rotations of the Right-Bank Forest-Steppe

Results of the study of the influence of the crop rotation factor and the biodestructor of plant residues on the change in the reserves of productive soil moisture during the growing season and the water consumption of sunflower crops in conditions of sufficient moisture in the Right-Bank Forest-Steppe are presented.

It has been established that in the conditions of sufficient moisture on the podzolized chernozems of Right-Bank Forest-Steppe, in the formation of the water regime of the soil in sunflower crops, a significant role is played by the set of crops and the order of their rotation in the links of the crop rotation. For cultivation in the "winter wheat – oats – sunflower" link, the largest reserve of productive moisture was noted in the 0–10 cm (20.4 mm), 0–30 cm (61.4 mm) and in the 1 m (213.2 mm) of soil layers. The lowest indicator of moisture availability of the soil layer 0–100 cm was in the link "sunflower – winter wheat – sunflower", which was 195.2 mm. The lowest reserves of productive moisture in the soil during the entire growing season were noted for the cultivation of sunflower in this link.

The introduction of a biodestructor of plant residues contributed to the accumulation of larger reserves of productive moisture in the one-meter layer of the soil: at the time of sowing (by 3–8 %), in the flowering phase (by 5–10 %) and at the time of harvesting (by 11–15 %) of the crop.

During the growing season, sunflower plants, according to averaged two-year data, used 525–617 m³/ha of productive moisture from the soil, which, together with precipitation, determined the amount of total water consumption, which was 7349–7436 m³/ha.

The coefficient of water consumption per 1 ton of biomass was 1182–1293 m³, for 1 ton of seeds – 2361–2580 m³. The lowest moisture consumption for the formation of 1 ton of biomass – 1182 m³ and 1 seed – 2361 m³ was obtained by placing sunflower in the link "soy – winter wheat – sunflower". An increase in moisture consumption by plants for the formation of a crop unit by 9 % was noted in the link "sunflower – winter wheat – sunflower".

The use of the organic balance plant residue biodestructor in cultivation technology reduced the water consumption rate per 1 ton of biomass by 5–7 %, and per 1 ton of seeds by 6–7 % for cultivation in all links of the crop rotation, which indicates a significant saving of moisture per unit of production.

Keywords: sunflower, crop rotation link, productive moisture, water consumption coefficient.

Вступ. Однією з важливих екологічних проблем XXI століття є зміна загальнопланетарного клімату. На підставі моделювання процесів змін клімату, яке провели вчені-кліматологи Кембриджської групи з різних країн світу під егідою ФАО ООН, прогнозовано і подальше підвищення температури повітря в діапазоні від 2 до 6 °C у період до 2100 р. [2].

Зміна клімату для землеробства України зумовлюється перш за все глобальним потеплінням, прямим наслідком якого є посухи, що негативно впливають на врожайність сільськогосподарських культур, оскільки погодна складова врожаю у нашій державі становить понад 50 %. Тому найважливішим завданням землекористувачів є пошук і впровадження ефективних прийомів із накопичення й раціонального використання наявних запасів вологи у ґрунті [7, 18, 23, 29, 30].

Для спрямованого регулювання режиму зволоження в системі «ґрунт – рослина» потрібне чергування культур у сівозмінах, за якого раціональне використання рослинами ґрунтової вологи поєднується з подальшим відновленням її запасів у відповідних шарах ґрунту [6, 9, 12, 26].

Накопиченню вологи сприяє також використання поживних решток, нетоварної частини врожаю. Однак післязливні рослинні рештки зернових культур розкладаються досить повільно через високий вміст лігніну і целюлози та низький рівень азоту. Одним із способів прискорення розкладання і підвищення коефіцієнта гуміфікації стерні та соломи, який набуває поширення останніми роками у практиці агропромислового комплексу, може бути обробка їх мікробними препаратами – деструкторами стерні. Це забезпечує інтродукцію високоефективних штамів і консорціумів мікроорганізмів-деструкторів безпосередньо на солому і надалі – у ґрунт. Насичення ґрунтів органічною речовиною – потужний чинник підвищення їхньої біологічної активності, поліпшення водно-фізичних параметрів, оскільки водоутримувальна здатність органічної речовини у 5–10 разів більша від мінеральної фракції ґрунту [1, 4, 16, 17, 28].

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) — головна олійна культура України. Ріст і розвиток культурних рослин, процеси мінерального живлення, фотосинтезу та формування їх продуктивності найактивніше відбуваються за оптимальних запасів доступної вологи в ґрунті. Зменшення її кількості нижче від певного рівня призводить до порушення життєдіяльності рослин соняшнику, переходу рослинних клітин у патологічний стан, гальмування їх росту і розвитку тощо [20].

Соняшник є культурою дуже вимогливою до кліматичних умов і вимагає значної кількості вологи і сонячної енергії в певному співвідношенні в різні періоди вегетації. З початку розвитку до

утворення кошиків сояшник витрачає 20–25 % вологи від загальної потреби, засвоюючи її в основному з верхніх шарів ґрунту. Найбільше вологи (60 %) він засвоює в міжфазовий період утворення кошиків – цвітіння, за нестачі вологи в цей період кошики і насіння можуть бути недорозвиненими [10]. У період від цвітіння до дозрівання насіння сояшник споживає 30–40 % вологи. Саме накопичення вологи є запорукою отримання високих врожаїв, тому технологічні прийоми мають бути спрямовані на накопичення та збереження вологи в ґрунті [3, 5, 8, 11, 25].

Оптимальна вологість кореневмісного шару ґрунту для сояшнику становить 60–70 % від найменшої польової вологоємності (НПВ), що передбачає наявність вологи в метровому шарі ґрунту в межах 160–180 мм, причому величина запасів продуктивної вологи не має бути нижча за 100 мм [19].

Установлено, що недостатня кількість вологи в ґрунті не лише негативно впливає на розвиток культури, а й значною мірою знижує ефективність певних елементів технології вирощування [22, 31]. Саме ґрунтові запаси вологи переважно є першопричиною низької або високої продуктивності сояшнику. Учені встановили, що чим краще посіви забезпечені вологою, тим вищий урожай насіння формують рослини. Вирішальну роль відіграють опади осінньо-зимового періоду і першої половини вегетації [21, 24, 27].

Мета досліджень – встановити вплив сівозмінного фактора та біодеструктора рослинних решток на зміну запасів продуктивної вологи ґрунту впродовж вегетаційного періоду та водоспоживання посівів сояшнику в умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу.

Матеріали і методи. Дослідження проводили впродовж 2021–2022 рр. в умовах стаціонарного польового досліді, закладеного у 2020 р., на Хмельницькій ДСГДС ІКСГП НААН у чотирьох ланках сівозмін: 1) пшениця озима – овес – сояшник; 2) соя – пшениця озима – сояшник; 3) пшениця озима – кукурудза на зерно – сояшник; 4) сояшник – пшениця озима – сояшник на двох фонах: 1 – без біодеструктора рослинних решток; 2 – обробка ґрунту та рослинних решток вирощуваних культур біодеструктором органік-баланс (1,0 л/га – вівса, пшениці озимої, кукурудзи і сояшнику та 0,3 л/га – сої).

Повторність досліді – триразова, розміщення повторень і варіантів систематичне. Облікова площа ділянки – 41 м², загальна – 62 м².

У досліді висівали сорти та гібриди сільськогосподарських культур, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до

поширення в Україні. Технології вирощування культур – загальноприйняті для зони достатнього зволоження Правобережного Лісостепу України, окрім факторів, що взяті на вивчення.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем слабоопідзолений середньосуглинковий середньопотужний малогумусний на лесовому суглинку бурувато-палевого забарвлення.

Агрохімічна характеристика ґрунту: гумус (за Тюрнімом) – 2,8–2,9 %, рН – 5,8–6,2, гідролітична кислотність – 1,9–2,3 мг-екв. на 100 г, валові запаси азоту – 0,153–0,163 %, фосфору – 0,136–0,149 %, легкогідролізний азот – 17–19,3 мг, рухомі форми фосфору та калію (за Чириковим) – відповідно 20,8–22,6 та 8–12 мг на 100 г ґрунту.

За механічним складом – це середньосуглинковий грудкувато-пилуватої структури ґрунт. Підґрунтові води залягають на глибині 12 м.

Для проведення досліджень використано загальнонаукові і спеціальні методи. Основний метод дослідження – польовий. Крім того, було застосовано лабораторний, вимірювально-ваговий та порівняльно-розрахунковий методи. Усі обліки та спостереження здійснювали згідно із загальноприйнятими методиками проведення дослідження у землеробстві [13–15].

Гідротермічні умови в окремі періоди розвитку рослин сояшнику мали відхилення від середньобагаторічних показників і істотно впливали на водний режим у посівах та показники водоспоживання культури (табл. 1).

1. Погодні умови, 2021–2022 рр.

Показники	Місяць					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень
Середньодобова температура повітря, °С						
2021 р.	8,5	15,8	22,1	25,2	20,7	13,8
2022 р.	8,1	16,2	22,4	22,0	22,1	13,6
Середнє багаторічне	8,3	13,4	18,2	18,1	18,1	13,0
Сумарна кількість опадів, мм						
2021 р.	13,6	188,6	58,2	349,2	166,5	71,2
2022 р.	106,8	55,4	63,1	93,2	153,2	206,8
Середнє багаторічне	46,4	64,8	104,5	128,8	92,0	62,0

Результати та обговорення. Вплив ланки сівозміни на умови вологозабезпечення сояшнику визначався багатьма чинниками, основними серед яких є залишкові запаси вологи в ґрунті після попередника.

Запаси вологи у шарі ґрунту 0–10 см на час сівби сояшнику були в діапазоні 17,8–20,4 мм, 0–30 см – 53,9–61,4 мм, 0–100 см – 195,2–213,2 мм (табл. 2).

2. Вплив попередників на вміст продуктивної вологи у ґрунті на посівах сояшнику, мм, 2021–2022 рр.

Ланка сівозміни	Фон	У час сівби			У час цвітіння			У час збирання		
		Глибина відбору, см								
		0–10	0–30	0–100	0–10	0–30	0–100	0–10	0–30	0–100
1. Пшениця озима – овес – сояшник	1	20,4	61,4	213,2	8,0	26,7	95,9	15,7	54,9	153,1
	2	21,2	64,5	222,4	8,8	30,7	91,3	21,7	64,0	168,2
2. Соя – пшениця озима – сояшник	1	18,7	57,0	203,7	7,0	23,4	94,4	16,4	50,5	142,5
	2	20,6	60,0	216,7	7,6	24,5	90,3	19,3	60,4	160,6
3. Пшениця озима – кукурудза на зерно – сояшник	1	18,5	58,1	208,8	7,2	24,0	86,4	16,4	51,1	147,1
	2	19,3	59,9	214,7	8,2	25,0	92,5	19,7	60,4	158,9
4. Сояшник – пшениця озима – сояшник	1	17,8	53,9	195,2	6,7	22,4	76,6	16,0	50,8	137,1
	2	19,8	56,9	210,1	7,3	27,0	84,1	19,3	56,9	157,6

За вирощування у ланці «пшениця озима – овес – сояшник» відзначено найбільший запас продуктивної вологи у 0–10 см (20,4 мм), 0–30 см (61,4 мм) та у метровому (213,2 мм) шарах ґрунту. Застосування біодеструктора рослинних решток органік-баланс (1,0 л/га) сприяло більшому (до 4 %) накопиченню продуктивної вологи ґрунту у метровому шарі.

Сояшник дуже вимогливий до зволоження ґрунту. Більше за все ця культура споживає води в червні – липні, коли проходить формування кошиків – цвітіння. Забезпечення рослин вологою в цей період мало значний вплив на продуктивність рослин сояшнику. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту становили 76,6–95,9 мм і були достатніми для формування врожайності культури на рівні 2,87–3,34 т/га.

Результати досліджень свідчать, що у час цвітіння сояшнику запаси продуктивної вологи зменшилися на 50–61 % у метровому шарі ґрунту порівняно з початковими.

Варто зазначити, що від фази цвітіння до настання фізіологічної стиглості насіння сояшнику відбувалося поновлення запасів вологи в ґрунті за рахунок опадів, адже впродовж цього періоду випало 459,0 мм опадів.

За вирощування сояшнику в ланці «сояшник – пшениця озима – сояшник» відзначено найменші запаси продуктивної вологи в ґрунті впродовж усього вегетаційного періоду.

Варто зазначити, що внесення біодеструктора рослинних решток сприяло акумуляції більших запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту: на час сівби на 3–8 %, у фазі цвітіння – на 5–10 % та на час збирання культури – на 11–15 %. Адже за внесення біопрепарату збільшився ступінь деструкції рослинних решток передпопередників і попередників сояшнику: пшениці озимої – на 22 %, вівса – на 20 %, кукурудзи на зерно – на 37 %, сої – на 29 %, що сприяло більшому накопиченню органічної речовини та підвищило водоутримувальну здатність ґрунту.

3. Сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання сояшнику залежно від досліджуваних чинників, 2021–2022 рр.

Ланка сівоzmіни	Фон	Складові водо- споживання, м ³ /Га			Коефіцієнт водо- споживання, м ³	
		ґрунтова волога	опаді за вегетацій- ний період	загальне водоспоживання	на 1 т насіння	на 1 т біомаси
1. Пшениця озима – овес – сояшник	1	601	6824	7425	2365	1198
	2	542		7366	2232	1137
2. Соя – пшениця озима – сояшник	1	612		7436	2361	1182
	2	561		7385	2211	1110
3. Пшениця озима – куку- рудза на зерно – сояшник	1	617		7441	2416	1263
	2	558		7382	2237	1175
4. Сояшник – пшениця озима – сояшник	1	581		7405	2580	1293
	2	525		7349	2410	1217

Загальні витрати вологи з ґрунту за вегетаційний період становили 525–617 мм, або 7–8 % від сумарних витрат вологи культурою (табл. 3).

Важливим показником, який дозволяє провести більш повну оцінку впливу проведених технологічних заходів щодо ефективності використання вологи рослинами соняшнику, разом з показником сумарного водоспоживання є коефіцієнт водоспоживання.

Для більш об'єктивної оцінки ефективності використання вологи для утворення врожаю провели розрахунок як на загальну суху біомасу, так і на врожай насіння

Коефіцієнт водоспоживання на одиницю сухої надземної біомаси свідчить про витрати вологи рослинами на формування одиниці врожаю, а саме на 1 т насіння соняшнику з відповідною кількістю накопиченої надземної біомаси. На цей показник істотно впливають рівень живлення і агротехніки, погодні умови вегетаційного періоду.

Результатами проведених дворічних досліджень встановлено, що посіви соняшнику менш ефективно використовували вологу на варіантах без застосування біодеструктора рослинних решток. Коефіцієнт водоспоживання становив 1182–1293 м³/т. Зменшення коефіцієнта водоспоживання на 5–7 % відбулося за вирощування в усіх ланках сівозміни за внесення біодеструктора рослинних решток органік баланс.

Найменший коефіцієнт водоспоживання на 1 т біомаси одержали за розміщення соняшнику у ланці «соя – пшениця озима – соняшник», який становив: фон 1 – 1182 м³ і фон 2 – 1110 м³. Відзначено послідовність збільшення цього показника за вирощування у ланках: 1 – 3 – 4 від 1198 до 1293 м³/т.

Розрахунки коефіцієнта водоспоживання на 1 т насіння соняшнику також свідчать про суттєві зміни цього показника залежно від фону вирощування та ланки сівозміни. У середньому за роки досліджень найбільші показники (фон 1 – 2580 м³ і фон 2 – 2410 м³) були за вирощування культури у ланці «соняшник – пшениця озима – соняшник».

Висновки. В умовах достатнього зволоження на чорноземах опідзолених Правобережного Лісостепу у формуванні водного режиму ґрунту в посівах соняшнику значну роль відіграє набір культур та порядок їх чергування у ланках сівозміни. Найнижчим показник вологозабезпеченості шару ґрунту 0–100 см упродовж усього періоду вегетації був у ланці «соняшник – пшениця озима – соняшник».

За вегетаційний період рослини соняшнику згідно з усередненими дворічними даними витрачали з ґрунту 525–617 м³/га продуктивної вологи, що разом з опадами визначало розмір загального водоспоживання, яке становило 7349–7436 м³/га.

Застосування біодеструктора рослинних решток у технології вирощування соняшнику зменшувало коефіцієнт водоспоживання на 1 т біомаси на 5–7 %, на 1 т насіння – 6–7 %, що свідчить про суттєву економію вологи на утворення одиниці продукції.

Отримані результати досліджень потрібно враховувати при введенні й освоєнні сівозмін з соняшником в агроформуваннях зазначеної зони.

Список використаної літератури

1. Булигін С. Ю., Демиденко О. В., Величко В. А. Енергоконверсія органічних ресурсів для відтворення родючості ґрунтів і виробництва біопалива. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 3. С. 54–62.

2. Вожегова Р. А. Напрями адаптації галузі рослинництва до регіональних змін клімату. Матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 10–12 квіт. 2019 р.). Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 6–8.

3. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Водоспоживання соняшнику залежно від застосування біопрепаратів за вирощування в умовах Південного Степу України. *Наукові горизонти*. 2018. № 7/8 (70). С. 27–35.

4. Гамаюнова В. В., Нагорна О. В., Панфілова А. В. Вплив біодеструкту стерні на поживний режим ґрунту. *Збірник наукових праць Вінницького НАУ : сільськогосподарські науки*. 2012. Вип. 6 (68). С. 17–22.

5. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування надземної маси і врожайності соняшнику під впливом окремих елементів технологій вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 1 (105). С. 50–57. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-5/105/-7.

6. Голод Р. М., Білінська О. М., Шубала Г. П. Ефективність короткоротаційних сівозмін за різного насичення зерновими і просапними культурами в Західному Лісостепу. *Землеробство*. 2017. Вип. 1 (92). С. 62–67.

7. Григорів Я. Зачарована весна. Рух у напрямку пустелі – перспективи навесні? *Зерно*. 2019. № 1 (154). С. 71–76.

8. Домарацький С. О., Добровольський А. В. Особливості водоспоживання

References

1. Bulyhin S. Yu., Demydenko O. V., Velychko V. A. Energy conversion of organic resources for reproduction of soil fertility and biofuel production. *Visnyk ahramoi nauky*. 2017. No 3. P. 54–62.

2. Vozhehova R. A. Directions of adaptation of the crop production industry to regional climate changes. *Materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahramoi nauky ta osvity»* (m. Kyiv, 10–12 kvit. 2019 r.). Kyiv – Mykolaiv – Kherson, 2019. P. 6–8.

3. Hamaiunova V. V., Kudrina V. S. Sunflower water consumption depending on the use of biological preparations for cultivation in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Naukovi horyzonty*. 2018. No 7/8 (70). P. 27–35.

4. Hamaiunova V. V., Nahorna O. V., Panfilova A. V. The impact of stubble biodegradation on the nutrient regime of the soil. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho NAU : silskohospodarski nauky*. 2012. Issue 6 (68). P. 17–22.

5. Hamaiunova V. V., Kudrina V. S. Formation of above-ground mass and yield of sunflower under the influence of certain elements of cultivation technologies. *Visnyk ahramoi nauky Prychornomoria*. 2020. Issue 1 (105). P. 50–57. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-5/105/-7.

6. Holod R. M., Bilinska O. M., Shubala H. P. Effectiveness of short-rotational crop rotations under different saturation with grain and row crops in the Western Forest-Steppe. *Zemlerobstvo*. 2017. Issue 1 (92). P. 62–67.

7. Hryhoriv Ya. Enchanted spring. Movement towards the desert – prospects in the spring? *Zerno*. 2019. No 1 (154). P. 71–76.

- соняшника за різних умов мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 1 (65). С. 51–56. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovid/article/view/8117> (дата звернення: 23.02.2023).
9. Камінський В. Ф., Гангур В. В. Динаміка продуктивної вологи в ґрунті за вирощування пшениці озимої в сівозмінах Лівобережного Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 11–14. DOI: 10.31210/visnyk2018.03.01.
10. Коваленко А. М. Водоспоживання соняшнику за різних умов вирощування в сівозмінах короткої ротації. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2012. Вип. 17. С. 104–109.
11. Кохан А. В. Водоспоживання соняшнику залежно від елементів технології. *Вісник ХНАУ*. 2016. Вип. 2. С. 85–93.
12. Літвінов Д. В. Формування водного режиму ґрунту в системі короткоротаційних сівозмін. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 11. С. 13–18.
13. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) / за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. Вип. 2. 65 с.
14. Мойсенченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ, 1994. 334 с.
15. Основні програмні і методичні питання з вивчення сівозмін у стаціонарних дослідках / Л. І. Шиліна та ін. Київ, 2008. 32 с.
16. Особливості застосування деструкторів стерні в умовах степової зони / А. М. Коваленко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 2 (803). С. 44–51. DOI: 10.31073/agrovisnyk202002-07.
17. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Вплив біодеструктора стерні на поживний режим ґрунту. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. 2019. № 23. С. 229–233. DOI: 10.31734/agronomy2019.01.229.
18. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В. Напрями адаптування землеробства до змін клімату. Матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики
8. Domaratskyi Ye. O., Dobrovolskyi A. V. Features of sunflower water consumption under different conditions of mineral nutrition. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2017. No 1 (65). P. 51–56. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovid/article/view/8117> (last accessed: 23.02.2023).
9. Kamynskiy V. F., Hanhur V. V. Dynamics of productive moisture in the soil during the cultivation of winter wheat in crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No 3. P. 11–14. DOI: 10.31210/visnyk2018.03.01.
10. Kovalenko A. M. Water consumption of sunflower under different growing conditions in crop rotations of short rotation. *Naukovo-tehnichniy biuletyn Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2012. Issue 17. P. 104–109.
11. Kokhan A. V. Sunflower water consumption depending on technology elements. *Visnyk KhNAU*. 2016. Issue 2. P. 85–93.
12. Litvinov D. V. Formation of the water regime of the soil in the system of short-rotational crop rotations. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2015. No 11. P. 13–18.
13. Methodology of state variety testing of agricultural crops (cereal, grain and leguminous crops) / za red. V. V. Volkodava. Kyiv, 2001. Issue 2. 65 p.
14. Moisenchenko V. F., Yeshchenko V. O. Basics of scientific research in agronomy. Kyiv, 1994. 334 p.
15. Basic programmatic and methodical questions on the study of crop rotation in stationary experiments / L. I. Shylina et al. Kyiv, 2008. 32 p.
16. Peculiarities of the use of stubble destructors in the conditions of the steppe zone / A. M. Kovalenko et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. No 2 (803). P. 44–51. DOI: 10.31073/agrovisnyk202002-07.
17. Panfilova A. V., Hamaiunova V. V. The influence of the stubble biodestroyer on the nutrient regime of the soil. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahraroho universytetu : ahronomiia*. 2019. No 23. P. 229–233. DOI: 10.31734/agronomy2019.01.229.
18. Pysarenko V. M., Pysarenko P. V.,

для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 10–12 квіт. 2019 р.). Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 9–22.

19. Пінківський Г. В., Танчик С. П. Динаміка вмісту вологи в ґрунті за різних строків сівби та густоти стояння рослин соняшнику в Правобережному Степу України. Матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 10–12 квіт. 2019 р.). Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 123–125.

20. Рослиництво : підручник / В. В. Базалій та ін. Херсон, 2015. 520 с.

21. Танчик С. П., Сальніков С. М. Вплив систем землеробства на вміст доступної вологи в ґрунті в полі буряків цукрових Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України*. 2013. № 183, Ч. 2. С. 123–128. DOI: 10.31210/visnyk2014.03.07.

22. Танчик С. П., Пінківський Г. В. Продуктивність та водоспоживання середньоранніх гібридів соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 72. С. 47–52.

23. Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л. Формування екологічно стійких агроландшафтів в умовах змін клімату. *Аероекологічний журнал*. 2013. № 4. С. 13–20.

24. Ткаліч Ю. І., Ніценко М. П. Засухостійкість і водоспоживання різних за скоростиглістю гібридів соняшнику залежно від біологічних препаратів. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 16. С. 239–246.

25. Тоцький В. М. Водоспоживання та урожайність гібридів соняшнику. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 2. 145–147.

26. Центило Л. В. Зміна водного режиму чорнозему типового залежно від систем обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 11. С. 22–27. DOI: 10.31073/agrovisnyk201911-03.

27. Цилорик О., Судак В. Ефективність безполицевого обробітку ґрунту під соняшник у Північному Степу

Pysarenko V. V. Directions of adaptation of agriculture to climate change. *Materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity»* (m. Kyiv, 10–12 kvit. 2019 r.). Kyiv – Mykolaiv – Kherson, 2019. P. 9–22.

19. Pinkovskiy H. V., Tanchyk S. P. Dynamics of soil moisture content at different sowing times and the density of sunflower plants in the Right Bank Steppe of Ukraine. *Materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity»* (m. Kyiv, 10–12 kvit. 2019 r.). Kyiv – Mykolaiv – Kherson, 2019. P. 123–125.

20. Crop production : pidruchnyk / V. V. Bazalii et al. Kherson, 2015. 520 p.

21. Tanchyk S. P., Salnikov S. M. The influence of farming systems on the content of available moisture in the soil in the sugar beet field of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*. 2013. No 183, Part 2. P. 123–128. DOI: 10.31210/visnyk2014.03.07.

22. Tanchyk S. P., Pinkovskiy H. V. Productivity and water consumption of mid-early sunflower hybrids depending on sowing dates and plant density in the Right-Bank Steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2019. Issue 72. P. 47–52.

23. Tarariko O. H., Ilienko T. V., Kuchma T. L. Formation of ecologically sustainable agricultural landscapes in conditions of climate change. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2013. No 4. P. 13–20.

24. Tkalich Yu. I., Nitsenko M. P. Drought resistance and water consumption of different sunflower hybrids depending on biological preparations. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*. 2014. Issue 16. P. 239–246.

25. Totskiy V. M. Water consumption and productivity of sunflower hybrids. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2012. No 2. P. 145–147.

26. Tsentylo L. V. Change in the water regime of typical chernozem depending on the tillage system. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2019. No 11. P. 22–27. DOI:

України. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. 2014. № 18. С. 160–165. DOI: 10.31210/visnyk2014.01.06.

28. Basso B., Cammarano D., Carfagna E. Review of Crop Yield Forecasting Methods and Early Warning Systems. *Proceedings of the First Meeting of the Scientific Advisory Committee of the Global Strategy to Improve Agricultural and Rural Statistics*. Rome, 2013. P. 15–31.

29. Beck-Broichsitter S., Fleige H., Horn R. Compost quality and its function as a soil conditioner of recultivation layers – a critical review. *International Agrophysics*. 2018. № 32. P. 11–18. DOI: 10.1515/intag-2016-0093.

30. Deb P., Shrestha S., Babel M. S. Forecasting Climate Change Impacts and Evaluation of Adaptation Options for Maize Cropping in the Hilly Terrain of Himalayas: Sikkim, India. *Theoretical and Applied Climatology*. 2015. Vol. 121. P. 649–667. DOI: 10.1007/s00704-014-1262-4.

31. Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in corn farmed ecosystems / O. I. Tsyliuryk et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7 (3). P. 154–159.

10.31073/agrovisnyk201911-03.

27. Tsyliuryk O., Sudak V. Effectiveness of plowless tillage for sunflower in the Northern Steppe. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu : ahronomiia*. 2014. No 18. P. 160–165. DOI: 10.31210/visnyk2014.01.06.

28. Basso B., Cammarano D., Carfagna E. Review of Crop Yield Forecasting Methods and Early Warning Systems. *Proceedings of the First Meeting of the Scientific Advisory Committee of the Global Strategy to Improve Agricultural and Rural Statistics*. Rome, 2013. P. 15–31.

29. Beck-Broichsitter S., Fleige H., Horn R. Compost quality and its function as a soil conditioner of recultivation layers – a critical review. *International Agrophysics*. 2018. No 32. P. 11–18. DOI: 10.1515/intag-2016-0093.

30. Deb P., Shrestha S., Babel M. S. Forecasting Climate Change Impacts and Evaluation of Adaptation Options for Maize Cropping in the Hilly Terrain of Himalayas: Sikkim, India. *Theoretical and Applied Climatology*. 2015. Vol. 121. P. 649–667. DOI: 10.1007/s00704-014-1262-4.

31. Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in corn farmed ecosystems / O. I. Tsyliuryk et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. No 7 (3). P. 154–159.

Отримано 4 квітня 2023 р.
Погоджено до друку 4 липня 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-6

УДК 631.526.3:633.88 (477.41/42)

О. П. НАЗАРЧУК, аспірант

В. В. МОЙСІЄНКО, доктор сільськогосподарських наук

Поліський національний університет

б-р Старий, 7, м. Житомир, Україна, 10008,

e-mail: veraprof@ukr.net

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СОРТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РОМАШКИ ЛІКАРСЬКОЇ В ЗОНІ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Фармацевтична галузь України постійно потребує лікарської рослинної сировини для виробництва лікувальних препаратів. Нині на ринку лікарських рослин спостерігається дефіцит ромашки лікарської (*Matricaria recutita* L.), квіткові корзинки якої мають протизапальну, антисептичну, кровоспинну, потогінну і жовчогінну дію, розширюють судини головного мозку і збуджують апетит. Метою досліджень було установити та обґрунтувати формування продуктивності ромашки лікарської, залежно від сортових особливостей, строків сівби та удобрення в умовах дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів Полісся. Використані наступні методи досліджень: загальнонаукові (гіпотеза, індукція і дедукція, узагальнення, теорія), спеціальні агрономічні (польовий, лабораторний, виробничий), статистичний (кореляційно-регресійний). Польові дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. Досліджено особливості росту і розвитку трьох сортів ромашки лікарської, а саме: Перлина Лісостепу, Бодегольд та Златий Лан. Виявлено високу урожайність та якість лікарської сировини під впливом окремих елементів технології вирощування цієї культури. Установлено оптимальний термін сівби, потенційну урожайність сортів вітчизняної та закордонної селекції, вплив удобрення на біометричні показники ромашки лікарської. Досліджувані фактори подовжують термін цвітіння, підвищують індивідуальні показники рослин ромашки. Серед сортів більш урожайним був сорт Перлина Лісостепу, який забезпечив в середньому за роки досліджень за осіннього терміну сівби та внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ (основне) + N_{10} (листяне підживлення) – 1,09 т/га сухої сировини, за весняної сівби відповідно – 0,79 т/га. Термін цвітіння тривав 30 та 18 днів відповідно. Кількість пагонів становила за сівби восени – 20 шт./рослину, кількість листків – 71 шт./рослину, кількість суцвіть – 18 шт./рослину, а за весняної сівби ці показники склали відповідно – 18, 67, 16 шт./рослину. Результати досліджень свідчать про удосконалення основних елементів технології вирощування ромашки лікарської, від яких залежить врожайність та якість лікарської сировини.

Ключові слова: вегетаційний і міжфазні періоди, урожайність суцвіть, сорти, строки сівби, удобрення, біометричні показники рослин.

Oleh Nazarchuk, Vira Moisiienko

© Назарчук О. П., Мойсієнко В. В., 2023

Polissia National University

Improvement of the elements of varietal technology of *Matricaria recutita* cultivation in the Polissia zone of Ukraine

The pharmaceutical industry in Ukraine is in constant need of medicinal plant materials for the production of medicines. Currently, the market for medicinal plants is facing a shortage of chamomile (*Matricaria recutita* L.), whose blooms have anti-inflammatory, antiseptic, hemostatic, diaphoretic and choleric effects, dilate cerebral vessels and stimulate appetite. The purpose of the research was to establish and substantiate the formation of chamomile productivity depending on varietal characteristics, sowing time and fertilization in the conditions of sod-podzolic sandy loam soils of Polissia. The following research methods were used: general scientific (hypothesis, induction and deduction, generalization, theory), special agronomic (field, laboratory, production), statistical (correlation and regression). Field studies were conducted during 2020–2022. The growth and development of three varieties of chamomile were investigated: Perlyna Lisostepu, Bodegold and Zlatyi Lan. The high yield and quality of medicinal raw materials under the influence of certain elements of the technology of growing this crop were revealed. The optimal sowing time, the potential yield of varieties of domestic and foreign selection, the effect of fertilization on the biometric parameters of chamomile were determined. The studied factors prolong the flowering period and increase the individual characteristics of chamomile plants. Among the varieties, the most productive was the Perlyna Lisostepu variety, which provided an average of 1.09 t/ha of dry raw materials during the years of research with autumn sowing and the application of $N_{16}P_{16}K_{16}$ (main) + N_{10} (foliar feeding), and 0.79 t/ha during spring sowing, respectively. The flowering period lasted 30 and 18 days, respectively. The number of shoots was 20 pcs./plant in autumn sowing, the number of leaves – 71 pcs./plant, the number of inflorescences – 18 pcs./plant, and in spring sowing these indicators were 18, 67, 16 pcs./plant, respectively. The results of the research indicate the improvement of the main elements of the technology of growing chamomile, which affect the yield and quality of medicinal raw materials.

Keywords: vegetation and interphase periods, inflorescence yields, varieties, sowing dates, fertilizers, plant biometrics.

Вступ. Флора території України включає понад 200 різноманітних видів лікарських рослин, для вегетації яких існують оптимальні умови і які мають практичне застосування у народній, ветеринарній та науковій медицині. Останнім часом у різних установах нашої країни науковці проводять дослідження з вивчення технологій вирощування таких лікарських культур як нагідки лікарські, шавлія мускатна, лаванда вузьколиста [8–10, 28]. Про широку можливість використання насіння та жирної олії розторопші плямистої, сафлору красивого і льону олійного відмічають М. І. Бахмат, В. Я. Хоміна [3, 29]. Застосування сучасних методів досліджень дозволяє по-новому оцінити механізми дії біологічно активних речовин лікарських рослин. Так, методом високоєфективної рідинної хроматографії встановлено

загальний вміст амінокислот у сировині лілійника буро-жовтого та гібридного. Виявлено 17 амінокислот, 9 з яких є незамінними. Фітохімічними методами виявлено наявність у квітках, листках та кореневих бульбах цих рослин дубильних речовин, флавоноїдів, кислот гідроксикоричних, полісахаридів, органічних кислот, які забезпечують їх фармакологічну активність [4, 14, 15].

Досить важливим нині є вивчення поточного стану лікарського рослинництва, пошук шляхів його розвитку, розроблення та впровадження інноваційних технологій вирощування лікарських рослин [5, 17, 18, 23].

Перехід до адаптивного рослинництва в умовах негативних глобальних змін клімату зменшить вплив засухи на рослини завдяки широкому використанню вологозберігаючих технологій, збереженню біологічного різноманіття і високої якості середовища, використанню стійких сортів і гібридів до дії абіотичних і біотичних стресорів, біологічного азоту, більшої утилізації рослинних решток, гною тощо [1, 7, 20].

Експерти вважають, що ринок експорту лікарської рослинної сировини може зрости у 2023 р. до 25–30 млн доларів, оскільки зменшиться заготівля дикорослих лікарських рослин і збільшиться кількість аграрних холдингів, що будуть культивувати їх [26].

Серед пріоритетних лікарських рослин чільне місце займає ромашка лікарська (*Matricaria recutita* L.), яку вирощують у різних регіонах України й здійснюють заготівлю сировини з природного середовища. Учені ЄС, Індії, Китаю та інші провідні виробники лікарської рослинної сировини відмічають, що на ринку традиційно спостерігається дефіцит ромашки лікарської, що послужило причиною розширення посівних площ під цією лікарською культурою в Україні та світі. Окрім того, вирощування ромашки лікарської за удосконаленими технологіями з використанням адаптивних сортів може приносити надприбутки навіть на невеликих площах і в умовах глобального потепління [2, 19, 27, 31].

Висока врожайність та якість суцвіть ромашки лікарської залежить від багатьох чинників. Суттєвий вплив мають погодні умови, обробіток ґрунту, забур'яненість посівів, сортові особливості, удобрення тощо. Результати досліджень свідчать, що на варіанті без внесення гербіцидів кількість бур'янів у посівах сортів ромашки лікарської становила 42–50 шт./м², застосування Селефіт, КС (3 л/га) сприяло зниженню бур'янів до 17–18 шт./м², а використання Селефіт, КС (3 л/га) + Пантера, к.е. (1/л га) було найбільш ефективним – 12–15 шт./м². Найбільш стійким до бур'янів виявився вітчизняний сорт Перлина Лісостепу, де урожайність становила 1,5 т/га сирової маси

суцвіть ромашки, а кількість бур'янів відповідно складала 12 шт./м² [21].

Строки та способи сівби ефективно впливають на реалізацію біологічного потенціалу ромашки лікарської. За осіннього строку сівби створюються більш сприятливі умови для розвитку рослин, які максимально встигають використати ресурси середовища у ранньовесняний період і тим самим забезпечити вищу життєвість посівів. При цьому рослини входили в зиму у фазі розетки, добре зимували, навесні активно відростали й зацвіли на 15–20 днів раніше, ніж за весняної сівби. Весняні посіви ромашки лікарської характеризуються меншою схожістю, негативним впливом температурних режимів у посушливий період, більшою засміченістю малорічними видами бур'янів, а осінні – багаторічними, тому посівні площі в технологічній карті екологічного виробництва сировини під озимий і весняний посіви доцільно відводити у пропорції 70 : 30 %. Вчені стверджують, що в спеціалізованих господарствах ромашку лікарську сіють в різні строки, з таким розрахунком, щоб продовжити період цвітіння культури з червня до серпня, відповідно, і збирання квіток, що зменшує пікове навантаження, особливо при їх сушінні. Завдяки інтенсивним процесам життєдіяльності та короткому онтогенезу ромашка може пригнічувати розвиток малорічних бур'янів за умови достатньої кількості мінеральних сполук і зволоженості ґрунту, але загалом характеризується низькою конкурентністю проти багаторічних бур'янів, негативний вплив яких необхідно зменшувати ефективною передпосівною підготовкою ґрунту та регуляцією їх кількості за всіх строків і способів сівби, особливо на початку вегетації [2, 19, 27].

За результатами досліджень М. П. Шпек, Г. М. Косак, Н. К. Гойванович, О. М. Лупак виявлено, що в умовах Передкарпаття України за сівби ромашки лікарської у другій декаді квітня найшвидше цвітіння розпочалося на варіантах із застосуванням біостимуляторів росту рослин Вермістиму та Вимпела (де обприскували посіви у фазі сходів), тоді як на контрольному варіанті (без застосування біостимуляторів росту) воно розпочалося на 8 днів пізніше [6]. З'ясовано, що водні та спиртові екстракти суцвіть ромашки сорту «Перлина Лісостепу», вирощених під впливом біостимуляторів росту «Вермибіомаг», «Вермийодіс» та «Вермістим» в умовах Передкарпаття та Західного Лісостепу виявляють антиоксидантну активність. Причому спиртові екстракти суцвіть характеризуються у 1,3–1,5 раза вищою антиоксидантною активністю, ніж водні [12, 13].

Впровадження стимулятора росту Вимпел 2, як комплексного природно-синтетичного препарату контактної-системної дії, в технологію органічного вирощування ромашки лікарської дійсно впливає на приріст врожаю та якість лікарської сировини. Найкращий результат спостерігається за двократного обприскування рослин, а саме у фазі галушення та бутонізації ромашки. Це підтверджується найвищими біометричними показниками, де висота рослин ромашки лікарської сягала 70 см, кількість суцвіть на одній рослині була 14 штук та урожайність сирової маси становила 2 т/га [22].

Науковці О. В. Князюк та Р. А. Крещун вважають, що строки та способи сівби ромашки лікарської впливають на схожість насіння рослин. Найвища схожість насіння – 93,4 % відмічена за сівби 15 квітня та за широкорядного способу 45 см. Дані способи технології сприяли кращому виживанню рослин ромашки лікарської й на кінець вегетації (фаза плодоутворення) відмічений показник склав 96,2 %. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин свідчать, що до фази пагоноутворення інтенсивність росту ромашки лікарської досить висока, а до фази бутонізації вона росте повільно (2–3 см за декаду). Від бутонізації до цвітіння темпи росту рослин значно збільшуються і становлять до 8–10 см. Після фази цвітіння лінійний ріст ромашки лікарської сповільнюється, що забезпечує рівномірний перерозподіл поживних речовин з вегетативної частини до генеративної. Найбільша висота рослин відмічена за сівби 5 квітня при ширині міжрядь 15 см – 32,9 см. Одна рослина ромашки лікарської за вегетацією здатна формувати 40–60 суцвіть. Пізні строки сівби сприяли утворенню на рослині більшої кількості пагонів та суцвіть. Найбільш сприятливі умови для формування високої продуктивності рослин ромашки лікарської (маса рослин – 13,14 г та число суцвіть за вегетацією – 60) створюються за сівби 15 квітня. Вирощування рослин з міжряддям 45 см сприяє отриманню максимальних показників індивідуальної продуктивності (маса рослини – 14,82 г та число суцвіть за вегетацією – 51) [11].

За даними М. І. Бахмата та Т. О. Падалко продуктивність рослин визначається кількістю суцвіть на рослині. Квітки ромашки зацвітають не одночасно, тому на час збирання на окремих кошиках ще не сформувались язичкові квітки. Показник кількості суцвіть знаходився в межах 40,4–46,8 шт. на рослині. Найбільшу лікарську цінність становлять суцвіття, що сформувалися на стеблах, оскільки вони є найбільш великі й забезпечують високий вихід сухої сировини. Виявлено, що сорт, строк і спосіб сівби суттєво впливали на реалізацію біологічного потенціалу ромашки лікарської. Оптимальними для сорту Перлина Лісостепу була ширина міжрядь 45 см, норма висіву 6,0 кг/га,

де за умови осіннього строку сівби кількість суцвіть становила 52,3 шт. з рослини, а маса суцвіть з рослини – 4,2 г. Відхилення показника кількості суцвіть за вегетацію становило 8,2 % у сорту Перлина Лісостепу і 7,4 % у сорту Vodegold. Відмінність між сортами складала до 1 %, що є незначним показником [2, 24, 25].

Наукові дослідження з німецькою ромашкою, які проведені у Польщі, були спрямовані на отримання безпечної лікарської сировини, що передбачає обмеження застосування мінеральних добрив і пестицидів. Метою досліджень було оцінити вплив заорюваної рослинної маси та різних доз азоту на врожайність рослин, а також вміст і вихід ефірної олії з сортів німецької селекції – Mastar (2n) і Dukat (4n). Їх висівали після заорювання бобової суміші (горох + вика) та гречки, яка виділяє фенольні речовини з сильними аелопатичними властивостями (*Fagopyrum esculentum* Moench); норми азотних добрив становили: 0, 30, 60 і 90 кг/га. Установлено, що внесення 60 і 90 кг/га діючої речовини азоту більше зменшувало інвазію ромашкових бур'янів, ніж зростання врожаю. Заорювання гречки або навіть залишку врожаю обмежує проростання і зростання різних видів бур'янів. Рівень врожаю ромашки, у першу чергу, визначається погодними умовами, що переважають навесні й на початку літа, і меншою мірою восени. Диплоїдний сорт Mastar виявився більш надійним в умовах дефіциту вологи 2011 р. Вихід сировини та олії з рослин був найвищим за внесення 60 кг/га азоту. Вирощування сорту Dukat після бобової сумішки дозволило знизити норму азотних добрив з 90 до 60 кг/га без зниження врожаю. Гречка пригнічувала ріст рослин ромашки. Із сорту Dukat було зібрано більшу врожайність суцвіть, але вміст ефірної олії був більшим у суцвіттях сорту Mastar [20, 31].

Вчені Хорватії установили вплив різних норм добрив на врожайність сухих квіток ромашки, що свідчить про підвищення урожаю. Органічні добрива істотно не впливали на рН ґрунту, органічну речовину ґрунту, а також на доступний фосфор і калій. Оптимальна норма мінеральних добрив для ромашки була $N_{70}P_{35}K_{35}$. Найбільш ефективним параметром у процесі росту рослин були погодні умови протягом вегетації, тобто інтенсивність опадів, особливо в останні кілька тижнів до збору врожаю [20, 31].

Оскільки ромашка лікарська є досить потрібною культурою, але в Україні на даний час проведено дуже мало досліджень щодо технології її вирощування, тому є потреба вивчити вплив окремих технологічних заходів на ріст і розвиток рослин, зокрема, встановити взаємозв'язок строків сівби та тривалості періоду цвітіння рослин ромашки лікарської.

Матеріали і методи. Дослідження з вивчення впливу сортів, строків сівби та удобрення на продуктивність ромашки лікарської виконували впродовж 2020–2022 рр. на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах ТОВ “КСАНТ-2” Житомирської області, Малинського району. Агрохімічна характеристика дослідних ділянок має наступні показники: уміст гумусу – 1,27 %, рН сольове – 6,0, середній уміст гідролізованого азоту та рухомих форм фосфору, низький уміст обмінного калію.

Схема польового дослідження включає фактори:

Фактор А – сорти: Перлина Лісостепу, Бодегольд, Златий Лан;

Фактор В – строки сівби: осінній та весняний;

Фактор С – удобрення: 1. без добрив; 2. $N_{16}P_{16}K_{16}$ (основне); 3. N_{10} (позакореневе підживлення); 4. $N_{16}P_{16}K_{16}$ (основне) + N_{10} (позакореневе підживлення).

Дослідження виконували згідно з методикою проведення польових дослідів з вивчення основних заходів вирощування сільськогосподарських культур [16]. За результатами досліджень визначено середню висоту рослин (см) та урожайність суцвіть. Під час вегетації проводили фенологічні спостереження: визначали початок і повні сходи, фазу бутонізації, початок і кінець цвітіння. Метою нашого дослідження було встановлення впливу різного періоду вегетації культури шляхом висівання рослин у різні строки сівби на подовження терміну цвітіння. Під ромашку лікарську трьох сортів Перлина Лісостепу застосовували наступну технологію вирощування. Основним обробітком ґрунту було дискування на глибину 10–12 см агрегатом УДА 4,5, до посіву проводилося дві культивациї, одна на глибину 7–8 см агрегатом КПС 6, а друга, передпосівна, на глибину 2–3 см агрегатом АКПН-6. Під першу культивацию вносили 100 кг фізичної ваги нітроамофоски ($N_{16}P_{16}K_{16}$). Посів проводився сівалкою СПУ-4, глибина загортання насіння 0,5–1 см, норма висіву 5 кг/га, ширина міжрядь 12,5 см. Після сівби здійснювали як обов'язковий захід коткування. Позакореневе підживлення проводили у період висоти рослин 10 см, вносили карбамід в нормі 5 кг/га фізичної ваги (N_{10}) – норма робочої рідини 200 л. Збирання врожаю суцвіть ромашки проводили у фазі повного цвітіння ромашковим комбайном. Облікова площа дослідної ділянки 50 м², повторність триразова.

Результати та обговорення. Одними з основних чинників, які мають суттєвий вплив на тривалість вегетаційного періоду ромашки лікарської та проходження міжфазних періодів є сорт та строк сівби даної культури. Проведені дослідження дали змогу встановити, що тривалість міжфазних періодів ромашки значною мірою залежала від погодних умов, які склалися у роки досліджень. За роки висівання

досліджуваної культури за осіннього строку сівби вегетаційний період в середньому по сортах коливався у межах 263–275 днів. Так, у 2020 р. найтриваліший вегетаційний період ромашки лікарської був у сорту Бодегольд – 275 днів, а у 2022 р. той самий сорт ромашки лікарської вегетував лише 263 дні за осіннього строку сівби. Різниця тривалості вегетаційного періоду в 12 календарних днів пояснюється тим, що 2022 рік був засушливим, а 2020 – вологим, а тому це можливо вважати прямим впливом погодних умов на тривалість та проходження всіх ростових процесів культури за весь період. Міжфазні періоди аналізувалися нами виходячи з фенологічних фаз росту і розвитку ромашки лікарської. Для досліджуваної культури характерне виділення наступних фаз росту і розвитку: сходи, висота рослин 10 см, пагоноутворення, бутонізація, початок цвітіння та повне цвітіння. Збирання суцвіть ромашки рекомендовано проводити у фазу повного цвітіння культури (табл. 1).

1. Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів рослин ромашки лікарської залежно від сортових особливостей за осіннього строку сівби, днів

Фенологічні фази росту і розвитку рослин ромашки лікарської	Терміни настання основних фаз росту і розвитку рослин ромашки та тривалість міжфазних періодів у сортів					
	Перлина Лісостепу		Бодегольд		Златий Лан	
	дата	міжфазний період, днів	дата	міжфазний період, днів	дата	міжфазний період, днів
1	2	3	4	5	6	7
2020 р.						
Сівба	13.09.2019		13.09.2019		13.09.2019	
Сходи	08.10.2019	26	10.10.2019	28	08.10.2020	26
Висота рослин 10 см	22.04.2020	198	25.04.2020	199	25.04.2020	201
Пагоноутворення	30.04.2020	9	01.05.2020	7	30.04.2020	6
Бутонізація	28.05.2020	29	02.06.2020	33	30.05.2020	31
Початок цвітіння	03.06.2020	7	06.06.2020	5	03.06.2020	5
Повне цвітіння	05.06.2020	3	08.06.2020	3	06.06.2020	4
Веgetаційний період	272		275		273	

1	2	3	4	5	6	7
2021 р.						
Сівба	13.09.2020		13.09.2020		13.09.2020	
Сходи	05.10.2020	23	04.10.2020	22	05.10.2020	23
Висота рослин 10 см	24.04.2021	202	27.04.2021	206	25.04.2021	203
Пагоноутворення	10.05.2021	17	11.05.2021	15	08.05.2021	14
Бутонізація	20.05.2021	11	18.05.2021	8	20.05.2021	13
Початок цвітіння	01.06.2021	13	30.05.2021	13	02.06.2021	14
Повне цвітіння	05.06.2021	5	05.06.2021	7	05.06.2021	4
Вегетаційний період	271		271		271	
2022 р.						
Сівба	13.09.2021		13.09.2021		13.09.2021	
Сходи	04.10.2021	20	02.10.2021	21	05.10.2021	23
Висота рослин 10 см	15.04.2022	194	20.04.2022	201	18.04.2022	196
Пагоноутворення	24.04.2022	10	15.05.2022	15	07.05.2022	20
Бутонізація	04.05.2022	11	21.05.2022	7	20.05.2022	14
Початок цвітіння	25.05.2022	22	05.06.2022	16	29.05.2022	10
Повне цвітіння	01.06.2022	8	07.06.2022	3	01.06.2022	4
Вегетаційний період	265		263		267	

Тривалість міжфазного періоду від сівби до сходів певною мірою залежала від сортових особливостей культури. Проаналізувавши три роки досліджень можна стверджувати, що найбільш короткий період сходів спостерігається у сорту Перлина Лісостепу і сягає 20–26 днів, що своєю чергою призводить до отримання швидких сходів та скорішого старту вегетації з подальшим початком росту і накопиченням активних температур з поживними речовинами, адже закладання врожаю припадає на самі ранні періоди розвитку культури.

Встановлено певну залежність з впливом на тривалість міжфазного періоду пагоноутворення-бутонізація. При коротшому періоду проходження фази пагоноутворення спостерігається явище подовження тривалості фази бутонізація, тобто за цей період на рослинах утворюється більша кількість продуктивних суцвіть, які мають вплив на подальший результат урожайності. Для порівняння можна взяти 2020 р. сорт Перлина Лісостепу, де період пагоноутворення тривав лише 9 днів, у сорту Златий Лан та Бодегольд

відповідно 7 і 6 календарних днів, а період бутонізації тривав у сорту Перлина Лісостепу 29 днів, Златий Лан 31 днів та Бодегольд 33 дні. Так, за 2021–2022 рр. дані значення були дещо іншими, період проходження фази пагоноутворення в середньому по всіх сортах сягав 15 днів, а бутонізація лише 10 днів. Тому можна зробити висновок, що для ромашки лікарської є найбільш критичною фазою росту і розвитку – пагоноутворення і чим менша її тривалість, тим краще для подальшого результату.

Період настання цвітіння ромашки лікарської також має певну залежність, при тривалішому проходженні фази бутонізації початок цвітіння настає раніше, ніж за коротшого періоду бутонізації, але повне цвітіння в середньому по всіх сортах було майже однаковим незалежно від попередніх фаз розвитку і настає в середньому через 3–5 днів.

Загалом за роки проведення досліджень із ромашкою лікарською та міжфазними періодами вегетації спостерігався вплив сортових особливостей на тривалість їх проходження. Залежність від погодних умов також спостерігалась, адже погодні умови 2022 р. спричинили скорочення вегетаційного періоду посівів всіх трьох сортів Перлина Лісостепу, Бодегольд та Златий Лан, що відповідно відзначилося на зменшенні тривалості вегетаційного періоду та рівня врожайності суцвіть.

Весняний строк сівби сортів ромашки лікарської здійснювали за роками досліджень на початку першої та в кінці другої декади квітня (табл. 2). Залежно від погодних умов цього періоду терміни настання основних фаз росту і розвитку рослин ромашки та тривалість міжфазних періодів значною мірою залежали від сортових особливостей та року досліджень. Найбільш сприятливим для сходів рослин сортів Перлина Лісостепу та Златий Лан виявився 2021 р., в умовах якого вони з'явилися на 8–11 день. Навесні 2020 р. фаза сходів була відмічена для трьох сортів на рівні 16–17 днів. Оскільки весна 2022 р. була посушливою, то повні сходи рослин сорту Бодегольд та сорту Златий Лан були відмічені відповідно на 20 і 18 день після сівби, що на 3–5 днів пізніше порівняно із сортом Перлина Лісостепу.

У досліджах досить важливим є період, коли висота ромашки сягала 10 см, позаяк тут проводили позакореневе підживлення рослин. Незалежно від сорту в умовах 2020 р. ця фаза наступала після сходів на 10–13 день, у 2021 р. – на 9–16 день, у 2022 р. відповідно на 5–8 день. Настання періоду пагоноутворення формувалося у рослин по-різному як за роками досліджень, так і сортами. Фаза бутонізації рослин ромашки була відмічена у сорту Перлина Лісостепу за роками

досліджень на 13–23 день, у сорту Бодегольд на 12–21 день та сорту Златий Лан на 7–23 день.

2. Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів рослин ромашки лікарської залежно від сортових особливостей за весняного строку сівби, днів

Фенологічні фази росту і розвитку рослин ромашки лікарської	Терміни настання основних фаз росту і розвитку рослин ромашки та тривалість міжфазних періодів у сортів					
	Перлина Лісостепу		Бодегольд		Златий Лан	
	дата	міжфазний період, днів	дата	міжфазний період, днів	дата	міжфазний період, днів
1	2	3	4	5	6	7
2020 р.						
Сівба	20.04.2020		20.04.2020		20.04.2020	
Сходи	06.05.2020	17	05.05.2020	16	06.05.2020	17
Висота рослин 10 см	15.05.2020	10	17.05.2020	13	16.05.2020	11
Пагоноутворення	18.05.2020	4	20.05.2020	4	20.05.2020	5
Бутонізація	30.05.2020	13	31.05.2020	12	29.05.2020	10
Початок цвітіння	08.06.2020	10	06.06.2020	7	10.06.2020	13
Повне цвітіння	10.06.2020	3	08.06.2020	3	13.06.2020	4
Вегетаційний період	57		55		60	
2021 р.						
Сівба	05.04.2021		05.04.2021		05.04.2021	
Сходи	12.04.2021	8	20.04.2021	16	15.04.2021	11
Висота рослин 10 см	25.04.2021	14	28.04.2021	9	30.04.2021	16
Пагоноутворення	10.05.2021	16	18.05.2021	21	22.05.2021	23
Бутонізація	28.05.2021	19	01.06.2021	15	28.05.2021	7
Початок цвітіння	05.06.2021	9	08.06.2021	8	07.06.2021	11

1	2	3	4	5	6	7
Повне цвітіння	08.06.2021	4	10.06.2021	3	09.06.2021	3
Вегетаційний період	70		72		71	
2022 р.						
Сівба	01.04.2022		01.04.2022		01.04.2022	
Сходи	15.04.2022	15	20.04.2022	20	18.04.2022	18
Висота рослин 10 см	22.04.2022	8	25.04.2022	6	22.04.2022	5
Пагоно- утворення	10.05.2022	19	14.05.2022	20	08.05.2022	17
Бутонізація	01.06.2022	23	03.06.2022	21	30.05.2022	23
Початок цвітіння	05.06.2022	5	07.06.2022	5	03.06.2022	5
Повне цвітіння	08.06.2022	4	10.06.2022	4	05.06.2022	3
Вегетаційний період	74		76		68	

Міжфазний період бутонізація-початок цвітіння рослин сорту Перлина Лісостепу коливався за роками у межах від 5 до 10 днів, у сорту Бодегольд від 5 до 8 днів та сорту Златий Лан від 5 до 13 днів. Повне цвітіння у рослин трьох сортів наступало через 3–4 дні від початку цвітіння. Вегетаційний період рослин ромашки в середньому за роки досліджень становив незалежно від сорту – 66–68 днів.

Фенологічні спостереження свідчать, що формування травостою ромашки лікарської значною мірою залежить від сортових особливостей, строків сівби та удобрення (рис. 1, 2).

На ділянках без удобрення висота рослин в середньому за три роки досліджень незалежно від сорту за осіннього строку сівби знаходилася в межах від 24,2±2,7 см до 26,6±2,7 см. Внесення N₁₆P₁₆K₁₆ забезпечило висоту рослин у період цвітіння 66,9±5,6 см – 68,3±5,2 см, а позакореневе підживлення (N₁₀) відповідно – 57,0±4,4–68,5±4,4 см.

Максимальна висота рослин ромашки спостерігалась на варіанті N₁₆P₁₆K₁₆ (основне) + N₁₀ (позакореневе підживлення) і становила у сорту Перлина Лісостепу від 63,3±3,8 см до 73,1±5,6 см. У рослин сорту Бодегольд цей показник склав 25,5±2,8–63,3±3,8 см, у рослин сорту Златий Лан відповідно 24,2±2,7–66,9±5,6 см (рис. 1).

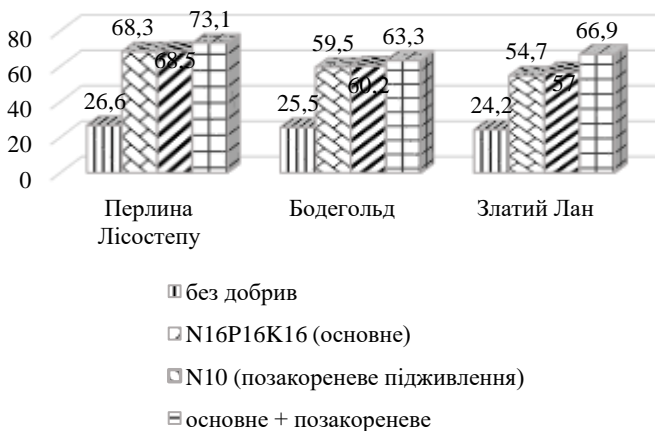


Рис. 1. Висота травостою сортів ромашки лікарської під час цвітіння залежно від удобрення за осіннього строку сівби (середнє за 2020–2022 рр.)

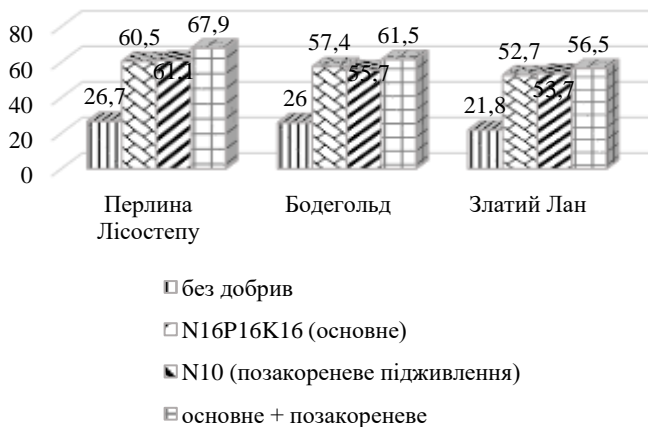


Рис. 2. Висота травостою сортів ромашки лікарської під час цвітіння залежно від удобрення за весняного строку сівби (середнє за 2020–2022 рр.)

Висота травостою сортів ромашки лікарської за весняного строку сівби була значно меншою порівняно з осінньою сівбою, однак

була аналогічною за дією залежно від сортових особливостей та варіантів з удобренням. Так, найвищий травостій спостерігався у рослин сорту Перлина Лісостепу за комплексного поєднання мінеральних добрив – $67,9 \pm 5,1$ см, у рослин сорту Бодегольд – $61,5 \pm 3,5$ см, у рослин сорту Златий Лан $56,5 \pm 3,6$ см, що відповідно на 5,2 см, 1,8 та 10,4 см менше порівняно з осіннім строком сівби (рис. 2).

Кількість пагонів становила за сівби восени – 20 шт./рослину, кількість листків – 71 шт./рослину, кількість суцвіть – 18 шт./рослину, а за весняної сівби ці показники склали відповідно – 18, 67, 16 шт./рослину. Термін цвітіння тривав за осіннього та весняного строків сівби відповідно 30 та 18 днів.

Урожайність сухої маси суцвіть ромашки лікарської залежить від умісту сухої речовини у сирій масі лікарської сировини. Суттєвий вплив на цей показник мають біологічні особливості сорту, удобрення травостою та строки сівби. Так, в середньому за три роки досліджень уміст сухої речовини у сирих суцвіттях ромашки за осіннього строку сівби знаходився в межах від 25,3 до 26,4 %, а за весняної сівби відповідно від 25,4 до 25,9 %. Незалежно від факторів, що вивчалися в досліді, врожайність сирі сировини ромашки лікарської впродовж досліджень варіювала від 1,46 до 4,6 т/га. Помітний вплив на величину врожаю мали також погодні умови року.

Максимальну врожайність готової сухої продукції забезпечив сорт Перлина Лісостепу за осіннього строку сівби та незалежно від удобрення вона становила 0,45–1,09 т/га. Від сорту польської селекції Златий Лан отримано 0,43–0,9 т/га суцвіть, а сорту німецької селекції Бодегольд відповідно 0,42–0,82 т/га (табл. 3).

За весняного строку сівби врожайність сухої маси суцвіть була нижчою порівняно з осінньою сівбою, але аналогічною щодо сортів, що вивчалися в досліді. Найбільший показник врожайності відмічений у сорту Перлина Лісостепу – 0,42–0,72 т/га. На другому місці сорт Златий Лан, який забезпечив 0,41–0,75 т/га, за ним сорт Бодегольд з показником 0,4–0,73 т/га.

Слід зазначити, що рослини ромашки лікарської добре реагують та ефективно використовують поживні речовини із внесених мінеральних добрив під культивування та в позакореневе підживлення. На варіанті без внесення добрив (контроль) урожайність сухої маси суцвіть була найменшою і в середньому за роки досліджень вона складала 0,4–0,45 т/га, за роками коливалась у межах від 0,38 до 0,49 т/га. За проведення листкового підживлення (N_{10}) урожайність суцвіть збільшувалась у сорту Перлина Лісостепу залежно від осіннього та весняного строку сівби до 0,72 т/га та 0,61 т/га, у сорту

Златий Лан відповідно 0,67 т/га та 0,6 т/га, а у сорту Бодегольд – 0,65 т/га та 0,58 т/га.

3. Урожайність сухої маси суцвіть ромашки лікарської залежно від елементів технології вирощування, т/га

Сорт (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Удобрення (фактор С)	Урожайність сухої маси за роками, т/га			
			2020	2021	2022	середнє
Перлина Лісостепу	осінній	без добрив	0,45	0,49	0,42	0,45
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ (основне)	0,83	0,93	0,63	0,8
		N ₁₀ (позакореневе підживлення)	0,69	0,88	0,58	0,72
		основне + позакореневе	1,21	1,24	0,83	1,09
	весняний	без добрив	0,43	0,46	0,38	0,42
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ (основне)	0,75	0,79	0,55	0,7
		N ₁₀ (позакореневе підживлення)	0,58	0,74	0,52	0,61
		основне + позакореневе	0,88	0,89	0,61	0,79
Бодегольд	осінній	без добрив	0,43	0,45	0,39	0,42
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ (основне)	0,76	0,82	0,58	0,72
		N ₁₀ (позакореневе підживлення)	0,65	0,76	0,55	0,65
		основне + позакореневе	0,81	0,91	0,75	0,82
	весняний	без добрив	0,40	0,42	0,38	0,4
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ (основне)	0,71	0,74	0,57	0,67
		N ₁₀ (позакореневе підживлення)	0,55	0,67	0,52	0,58
		основне + позакореневе	0,82	0,78	0,60	0,73
Златий Лан	осінній	без добрив	0,42	0,46	0,40	0,43
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ (основне)	0,79	0,87	0,61	0,76
		N ₁₀ (позакореневе підживлення)	0,66	0,81	0,54	0,67
		основне + позакореневе	0,90	0,98	0,81	0,9
	весняний	без добрив	0,40	0,44	0,40	0,41
		N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ (основне)	0,74	0,75	0,56	0,68
		N ₁₀ (позакореневе підживлення)	0,57	0,69	0,53	0,6
		основне + позакореневе	0,84	0,84	0,58	0,75

НР₀₅, т/га (загальна)

для взаємодії факторів А і В

для фактору А

для фактору В

для фактору С

0,065 0,043 0,058

0,032 0,022 0,029

0,023 0,015 0,020

0,019 0,012 0,017

0,026 0,018 0,023

Внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ дало змогу підвищити урожай суцвіть ромашки незалежно від сорту до 0,72–0,8 т/га (за осіннього строку сівби) та до 0,67–0,7 т/га (за весняного строку сівби). Найбільший урожай сухих суцвіть виявлено на варіанті з внесенням $N_{16}P_{16}K_{16}$ (основне) + N_{10} (позакореневе), середній показник якого для рослин сорту Перлина Лісостепу становив 1,09 т/га (осіння сівба) та 0,79 т/га (весняна сівба). В умовах 2020–2021 рр. врожайність на цих ділянках відповідно була 1,21–1,22 т/га та 0,88–0,89 т/га. Посушливі умови 2022 р. зменшували показник врожаю до 0,83 та 0,61 т/га. Сорт Златий Лан на цьому варіанті забезпечив 0,9 т/га та 0,75 т/га суцвіть, а сорт Бодегольд – 0,82 т/га та 0,73 т/га за різних строків сівби.

Установлено, що найбільший вміст ефірної олії у суцвіттах ромашки лікарської містив сорт Перлина Лісостепу на варіанті з внесенням $N_{16}P_{16}K_{16}$ (основне) + N_{10} (позакореневе підживлення) – 5,59 мл/кг за осіннього строку сівби та 5,26 мл/кг за весняної сівби.

Висновки. Удосконалення елементів сортової технології вирощування ромашки лікарської (*Matricaria recutita* L.) на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Полісся дає змогу отримувати від 1,46 до 4,6 т/га сирової маси суцвіть з подальшим виходом цінної лікарської сировини для приготування препаратів.

Установлено, що кращими сортами ромашки лікарської для умов Полісся виявилися вітчизняний сорт Перлина Лісостепу та польський сорт Златий Лан, вегетаційний період яких тривав у середньому за роки досліджень 269–270 днів. Врожайність сухих суцвіть становила на удобрених ділянках незалежно від строків сівби 0,61–1,09 т/га та 0,6–0,9 т/га. У німецького сорту Бодегольд цей показний склав 0,58–0,82 т/га. Використання сортової технології вирощування ромашки забезпечує значну рентабельність і високі економічні показники.

Максимальну висоту травостою і врожайність сортів ромашки виявлено на варіанті з внесенням $N_{16}P_{16}K_{16}$ (основне) + N_{10} (позакореневе підживлення), де висота рослин становила у сорту Перлина Лісостепу 73,1 см. У рослин сорту Златий Лан відповідно – 66,9 см, у рослин сорту Бодегольд цей показник склав 63,3 см.

Кращий строк сівби ромашки лікарської – осінній (друга декада вересня), за якого сорт Перлина Лісостепу забезпечив 1,09 т/га готової лікарської продукції, сорт Златий Лан – 0,9 т/га, сорт Бодегольд – 0,82 т/га, що на 0,3, 0,15 та 0,09 т/га більше порівняно з весняним строком сівби.

1. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в період глобальних змін клімату : монографія. Вінниця : Діло. 2014. Т. 1. 480 с.
2. Бахмат М. І., Падалко Т. О. Біометричні показники рослин ромашки лікарської залежно від строків сівби і норми висіву в умовах правобережного лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 104. С. 1–8.
3. Бахмат М. І., Хоміна В. Я. Агроекологічне обґрунтування вирощування лікарських оліймісних культур в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Вісник ЖНАЕУ*. 2013. № 2 (1). С. 8–14.
4. Бобирьов В. М., Дев'яткіна Н. М. Нові механізми дії ромашки й календули як основа їхнього застосування в сучасних лікарських засобах для стоматологічної практики. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2014. № 1. С. 3–9.
5. Вожегова Р. А., Лиховод П. В., Біляєва І. М. Сучасний стан, перспективи та напрями розвитку виробництва лікарських рослин в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. № 118. С. 57–66. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.7>.
6. Вплив біологічних препаратів на морфометричні показники та урожайність ромашки лікарської (*Matricaria recutita* L.) в умовах Передкарпаття / М. П. Шпек та ін. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 1. С. 38–41. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280107>.
7. Грицюк П. М., Бачишина Л. Д. Вплив зміни кліматичних умов на динаміку врожайності зернових в Україні. *Економіка України*. 2016. № 6. С. 68–75.
8. Грохольська Т. М., Хоміна В. Я. Вплив строку сівби і норми висіву насіння на урожайність суцвіття шавлії мускатної в умовах Західного Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 123. С. 56–62. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.8>.
9. Грохольська Т. М., Хоміна В. Я. Оптимізація технологічних факторів вирощування шавлії мускатної в умовах Лісостепу Західного. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 120. С. 32–36. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.8>.
1. Babych A. O., Babych-Poberezhna A. A. Drought, dry wind and dust storm in the period of global climate change : monograph. Vinnytsia : Dilo, 2014. Vol. 1. 2014. 480 p.
2. Bakhmat M. I., Padalko T. O. Biometric indicators of chamomile plants depending on the time of sowing and seeding rates under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2017. No 104. P. 1–8.
3. Bakhmat M. I., Khomina V. Ya. Agroecological substantiation of the cultivation of medicinal oil-bearing crops in the conditions of the southern part of the Western Forest-Steppe. *Visnyk ZhNAEU*. 2013. No 2 (1). P. 8–14.
4. Bobyrov V. M., Deviatkina N. M. New mechanisms of action of chamomile and calendula as the basis of their use in modern medicines for dental practice. *Farmakolohiia ta likarska toksykolohiia*. 2014. No 1. P. 3–9.
5. Vozhehova R. A., Lykhovod P. V., Biliaieva I. M. Current state, prospects and directions of the development of medicinal plant growing in Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2021. Vol. No 118. P. 57–66. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.7>.
6. The effect of biological preparations on the morphometric indicators and yield of medicinal chamomile (*Matricaria recutita* L.) in the conditions of Precarpathia / M. P. Shpek et al. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2018. Vol. 28, No 1. P. 38–41. DOI: [10.15421/40280107](https://doi.org/10.15421/40280107).
7. Hrytsiuk P. M., Bachyshyna L. D. Influence of a change in climatic conditions on the dynamics of the crop yield of cereals in Ukraine. *Ekonomika Ukrainy*. 2016. No 6. P. 68–75.
8. Hrokholska T. M., Khomina V. Ya. The influence of sowing time and seeding rate on the yield of clary sage inflorescences in the Western Forest-Steppe. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2022. Vol. 123. P. 56–62. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.8>.
9. Hrokholska T. M., Khomina V. Ya. The optimization of technological factors in the growing of clary sage under the

0099.2021.120.4.

10. Зелінська Н. М., Хоміна В. Я. Ріст та розвиток рослин лаванди вузьколистої залежно від способів розмноження, строків садіння та технологічних заходів. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 120. С. 43–47. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.6>.

11. Князюк О. В., Крешун Р. А. Вплив строків сівби та ширини міжрядь на формування продуктивності рослин ромашки лікарської (*Matricaria Chamomilla* L.). *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 107–110.

12. Лупак О. М. Потенціометричне визначення інтегральної антиоксидантної активності суцвіть рослин *Matricaria recutita* L. за різних умов культивування за внесення біостимуляторів росту. *Science Rise: Biological Science*. 2018. № 2 (11). С. 16–19. DOI: [10.15587/2519-8025.2018.129675](https://doi.org/10.15587/2519-8025.2018.129675).

13. Лупак О. М., Панас Н. Є., Антоняк Г. Л. Вплив препарату «Вермібіомаг» та ґрунтово-кліматичних умов на вміст клітинних антиоксидантів і продуктивність ромашки лікарської (*Matricaria recutita* L.). 36. тез V Всеукр. наук.-пр. конф. «Біотехнологія: звершення та надії» (м. Київ, 12 травня 2016 р.). Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2016. С. 131–132.

14. Марчишин С. М., Зарічанська О. В. Вміст амінокислот у підземних і надземних органах лілійника буро-жовтого (*Hemerocallis fulva* L.) та лілійника гібридного (*Hemerocallis hybrida* var. “Stella De Oro”). *Фармацевтичний часопис*. 2015. №1 (33). С. 11–14.

15. Марчишин С. М., Козачок С. С., Зарічанська О. В. Вміст карбонових кислот у підземних і надземних органах лілійника буро-жовтого (*Hemerocallis fulva* L.) та лілійника гібридного (*Hemerocallis hybrida* var. “Stella De Oro”). *Фармацевтичний журнал*. 2015. № 2. С. 53–57.

16. Методика наукових досліджень в агрономії / В. Г. Дідора та ін. Київ : Центр учбової літератури. 2013. 264 с.

17. Мірзосєва Т. В. Аналіз сучасного стану виробництва лікарських рослин в Україні. *Приазовський економічний вісник*. 2018. 6 (11). С. 62–67.

conditions of the Western Forest-Steppe. *Tavriyskiy naukovyi visnyk*. 2022. Vol. 120. P. 32–36. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.4>.

10. Zelinska N. M., Khomina V. Ya. Growth and development of narrow-leaved lavender plants depending on methods of reproduction, planting time and technological measures. *Tavriyskiy naukovyi visnyk*. 2021. Vol. 120. P. 43–47. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.6>.

11. Kniazuk O. V., Kreshun R. A. Effects of sowing dates and interrow spacing on the formation of plant productivity of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Ahrobiolohiia*. 2015. No 2. P. 107–110.

12. Lupak O. M. Potentiometric determination of integral antioxidant activity of inflorescences of *Matricaria Recutita* plants cultivated under different conditions with applying growth biostimulants. *ScienceRise: Biological Science*. 2018. No 2 (11). P. 16–19. DOI: [10.15587/2519-8025.2018.129675](https://doi.org/10.15587/2519-8025.2018.129675).

13. Lupak O. M., Panas N. Ye., Antoniak H. L. The effect of the drug “Vermibiomag” and soil and climatic conditions on the content of cellular antioxidants and productivity of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Zb. tez V vseukr. nauk.-pr. konf. «Biotekhnolohiia: zvershennia ta nadii»* (m. Kyiv, 12 travnia 2016 r.). Kyiv : KOMPRYNТ, 2016. P. 131–132.

14. Marchyshyn S. M., Zarichanska O. V. The content of amino acids in the underground and aboveground organs of the brown-yellow daylily (*Hemerocallis fulva* L.) and the hybrid daylily (*Hemerocallis hybrida* var. “Stella De Oro”). *Farmatsevychnyi chasopys*. 2015. No 1 (33). P. 11–14.

15. Marchyshyn S. M., Kozachok S. S., Zarichanska O. V. Vmist karbonovykh kyslot u pidzemnykh i nadzemnykh orhanakh liliinyka buro-zhovtoho (*Hemerocallis fulva* L.) ta liliinyka hibrydnoho (*Hemerocallis hybrida* var. “Stella De Oro”). *Farmatsevychnyi zhurnal*. 2015. No 2. P. 53–57.

18. Мірзоева Т. В. Особливості вітчизняного ринку лікарських рослин в умовах сьогодення. *Інноваційна економіка*. 2013. № 6. С. 209–212.
19. Мойсієнко В. В., Назарчук О. П. Залежність урожайності суцвіть ромашки лікарської від тривалості вегетаційного періоду культури. *Scientific Horizons*. 2020. № 01 (86). С. 7–13. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-86-1-7-13>.
20. Мойсієнко В. В., Назарчук О. П. Урожайність ромашки лікарської залежно від строків сівби та удобрення в умовах змін клімату. *Scientific Horizons*. 2019. № 2 (75). С. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-75-2-3-12>.
21. Назарчук О. П., Мойсієнко В. В. Сеgetальна рослинність у посівах *Matricaria recutita* (L.) за методів захисту та її вплив на динаміку росту і формування суцвіть. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. Вип. 3 (5). С. 40–48. DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2022.03.04>.
22. Назарчук О. П., Мойсієнко В. В. Формування урожайності суцвіть ромашки лікарської за органічної технології вирощування. 36. пр. учасників ІХ Міжнар. наук.-практ. конф. «Органічне виробництво і продовольча безпека». (м. Житомир, 27–28 травня 2021 р.). Житомир : Поліський національний університет, 2021. С. 298–303.
23. Никитюк Ю. А. Концептуальні положення збалансованого розвитку сировинної бази та переробки лікарських рослин. *Агросвіт*. 2016. № 5. С. 16–19.
24. Падалко Т. Індивідуальна продуктивність рослин ромашки лікарської залежно від технологічних заходів в умовах Придністров'я. *Вісник ЛНАУ*. 2018. № 22 (1). С. 325–332.
25. Падалко Т. О. Сортова продуктивність рослин ромашки лікарської залежно від технологічних заходів в умовах Придністров'я. Матеріали ІV Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 95-річчю сортовипробування в Україні «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку» (м. Київ, 7 червня 2018 р.). Вінниця : Нілан-ЛТД, 2018. С.
16. Methods of scientific research in agronomy / V. H. Didora et al. Kyiv : Tsentru uchbovoi literatury, 2013. 264 p.
17. Mirzoieva T. V. Features of the domestic market of medicinal plants in today's conditions. *Pryazovskiy ekonomichnyi visnyk vupusk*. 2018. 6 (11). P. 62–67.
18. Mirzoieva T. V. Analysis of the current state of medicinal plants in Ukraine. *Innovatsiina ekonomika*. 2013. No 6. P. 209–212.
19. Moisiienko V., Nazarchuk O. The dependence of the yield of medicinal chamomile inflorescences on the duration of the growing season of culture. *Scientific Horizons*. 2020. No 01 (86). P. 7–13. doi: [10.33249/2663-2144-2020-86-01-7-13](https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-86-01-7-13).
20. Moisiienko V., Nazarchuk O. P. The productivity of chamomile depending on the timing of sowing and fertilization in the conditions of climate change. *Scientific Horizons*. 2019. No 2 (75). P. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-75-2-3-12>.
21. Nazarchuk O. P., Moisiienko V. V. Segetal vegetation in *Matricaria recutita* L. crops according to protection methods and its influence on growth dynamics and inflorescence formation. *Zemlerobstvo ta roslynnytstvo: teoriia i praktyka*. 2022. Vol. 3 (5). P. 40–48. DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2022.03.04>.
22. Nazarchuk O. P., Moisiienko V. V. Formation of productivity of medicinal chamomile inflorescences under organic growing technology. Zb. pr. uchasnykiv IX Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka» (m. Zhytomyr, 27–28 travnia 2021 r.). Zhytomyr : Poliskyi natsionalnyi universytet, 2021. P. 298–303.
23. Nykytiuk Yu. A. Conceptual provisions of balanced development of the raw material base and processing of medicinal plants. *Ahrosvit*. 2016. No 5. P. 16–19.
24. Padalko T. Individual productivity of chamomile plants depending on technological measures in the conditions of Transnistria. *Visnyk LNAU*. 2018. No 22 (1). P. 325–332.
25. Padalko T. O. Varietal productivity

180–183.

26. Прогноз : Ринок експорту лікарських трав у 2023 році зросте до \$25–30 млн. 2019. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/prognoz-rynok-eksporta-lekarstvennykh-trav-v-2023-godu-vyrastet-do-2530-mln>.

27. Продуктивність ромашки лікарської *Matricaria recutita* L. в залежності від технології вирощування та забур'яненості посівів / С. О. Четверня та ін. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2012. № 33. С.81–85.

28. Сухар С. В., Хоміна В. Я. Удосконалення елементів технології вирощування нагідок лікарських в умовах Лісостепу Західного : монографія. Ніжин : Лисенко М. М. 2015. С. 129–139.

29. Хоміна В. Я. Агроекологічні і теоретичні аспекти застосування біогенних чинників при вирощуванні лікарських і ефіроолійних культур в умовах Лісостепу західного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2015. 40 с.

30. Andrzejewska J., Woropaj-Janczak M. German chamomile performance after stubble catch crops and response to nitrogen fertilization. *Industrial Crops and Products*. 2014. No 62. P. 350–358.

31. Kisić I., Kovač M., Ivanec J. Effects of organic fertilization on soil properties and chamomile flower yield. *Organic Agriculture*. 2019. Vol. 9. No 3. P. 345–355. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13165-018-0231-0>.

of medicinal chamomile plants depending on technological measures in the conditions of Transnistria. *Materialy IV Mizhnar. nauk.-prakt. conf., prysviach. 95-richchiu sortovyprobuvannia v Ukraini «Svitovi roslynni resursy: stan ta perspektyvy rozvytku»* (m. Kyiv, 7 chervnia 2018 r.). Vinnytsia : Nilan-LTD, 2018. P. 180–183.

26. Forecast : The export market of medicinal herbs will grow to \$25-30 million in 2019 in 2023. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/prognoz-rynok-eksporta-lekarstvennykh-trav-v-2023-godu-vyrastet-do-2530-mln>.

27. Productivity of medicinal chamomile *Matricaria recutita* L. depending on cultivation technology and weediness of crops / S. O. Chetvernia et al. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu*. 2012. No 33. P.81–85.

28. Sukhar S. V., Khomina V. Ya. Improving the elements of the technology of growing medicinal plants in the conditions of the Western Forest-Steppe : monohrafiia. Nizhyn : Lysenko M. M. 2015. P. 129–139.

29. Khomina V. Ya. Agroecological and theoretical aspects of the application of biogenic factors in the cultivation of medicinal and essential oil crops in the conditions of the Western Forest-Steppe : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia d-ra s.-h. nauk : spets. 06.01.09 «Roslynnystvo». Kherson, 2015. 40 p.

30. Andrzejewska J., Woropaj-Janczak M. German chamomile performance after stubble catch crops and response to nitrogen fertilization. *Industrial Crops and Products*. 2014. No 62. P. 350–358.

31. Kisić I., Kovač M., Ivanec J. Effects of organic fertilization on soil properties and chamomile flower yield. *Organic Agriculture*. 2019. Vol. 9. No 3. P. 345–355 DOI: <https://doi.org/10.1007/s13165-018-0231-0>.

Отримано 23 червня 2023 р.
Погоджено до друку 28 липня 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-7

УДК 633.2:631.547.1

В. М. ОЛЕКСЯК, аспірант

О. Ф. СТАСІВ, доктор сільськогосподарських наук

Л. З. БАЙСТРУК-ГЛОДАН, Г. Я. БІЛОВУС, кандидати с.-г. наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл.,
81115, e-mail: vol.oleksiak@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ ДЛЯ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ПАЖИТНИЦІ БАГАТОРІЧНОЇ (*LOLIUM PERENNE* L.)

Lolium perenne L. – основний вид пасовищ, сінокосів, незамінний компонент газонних сумішок. Температура є основним фактором, який контролює розвиток рослин. Впровадження у виробництво сортів пажитниці багаторічної, адаптованих до нових діапазонів температур, є важливим в умовах зміни клімату. Для створення сортів з високим адаптивним потенціалом потрібно знати внутрішньовидову мінливість реакцій вихідного матеріалу на температуру. Метою дослідження було проаналізувати вибірку насіння зразків пажитниці багаторічної, реакцію на постійну температуру під час проростання та початкового росту.

Дослідження проводили на експериментальній базі лабораторії захисту рослин Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Матеріалом дослідження слугувало насіння п'яти зразків пажитниці багаторічної різного біологічного статусу: місцева і дикоросла популяції, два сорти вітчизняної селекції – Осип та Дрогобицький 16 і литовський сорт Raminta, які було відібрано з колекції Передкарпатського відділу наукових досліджень інституту. По 100 насінин кожного зразка пророщували в чашках Петрі на різних типах субстрату (фільтрувальному папері та піску) в термостаті. Дослід проводили в чотирьох повтореннях за значень температури від 3 до 33 °C зі збільшенням на 10 °C. На п'яту добу визначали енергію проростання, на чотирнадцяту – повну схожість насіння та ознаки проростків (довжину кореня та гіпокотилу). Дослід проводили згідно з ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначання якості» та ДСТУ 2940-94 «Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення». На фільтрувальному папері майже за всіх показників температури схожість була доброю (73–94 %). На піску найкращі значення схожості спостерігали тільки в діапазоні температури 13–23 °C. Також варто зазначити, що за температури 23 °C на піску виявлено високі показники енергії проростання в усіх 5 зразків (78–91 %). Найбільшу довжину паростків відзначено за температури 23 °C: на фільтрувальному папері – 11,2–13,2 см та піску – 14,2–16,6 см.

© Олексяк В. М., Стасів О. Ф.,
Байструк-Глодан Л. З., Біловус Г. Я., 2023

Насіння зразків пажитниці багаторічної вітчизняного та закордонного походження демонструє вищу схожість (43–93 % на піску та 82–92 % на фільтрувальному папері) порівняно з місцевою і дикорослою популяцією (33–82 % на піску та 73–81 % на фільтрувальному папері).

Отримані результати (енергія проростання, схожість та ознаки проростків) потрібно враховувати під час закладки зразків у Національне сховище та колекції пажитниці багаторічної в польових умовах, оскільки в неї включають різноманітний вихідний матеріал (місцеві та дикорослі популяції, сорти).

Ключові слова: пажитниця багаторічна, насіння, енергія проростання, лабораторна схожість, проросток.

Volodymyr Oleksiak, Oleh Stasiv, Lesia Baistruk-Hlodan, Halyna Bilovus

Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

Optimization of temperature modes for seed germination of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)

Lolium perenne L. is the main species of pastures, hayfields, an irreplaceable component of lawn mixes. Temperature is the main factor that controls plant development. Cultivation of varieties of perennial ryegrass adapted to new temperature ranges is essential in the face of climate change. When using starting material to create varieties with high adaptive potential, it is necessary to know the intraspecific variability of reactions to temperature. The aim of the study was to analyze a selection of samples of perennial ryegrass, the response to constant temperature during germination and initial growth.

The research was conducted at the experimental base of the Plant Protection Laboratory of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences. The research material was the seeds of five samples of perennial ryegrass of different biological status: local and wild populations, two varieties of domestic selection – Osyp and Drohobytskyi 16 and the Lithuanian variety Raminta, which were selected from the collection of the Pre-Carpathian Department of Scientific Research of the Institute. 100 seeds of each sample were germinated in Petri dishes in a thermostat in two environments – on filter paper and on sand. The experiment was carried out in two repetitions at temperature values from 3 to 33 °C with an increase of 10 °C. On the fifth day, germination energy was determined, on the fourteenth day – full germination of seeds and signs of seedlings (root and hypocotyl length). The experiment was conducted according to DSTU 4138-2002 "Seeds of agricultural crops. Methods of determining quality" and DSTU 2940-94 "Seeds of agricultural crops. Terms and definitions".

Similarity was good (73–94 %) on filter paper at almost all temperatures. On sand, the best germination values were observed only in the temperature range of 13–23 °C. It is also worth noting that at a temperature of 23 °C on sand, high rates of germination energy were observed in all 5 samples (78–91 %). The greatest length of sprouts was noted at a temperature of 23 °C on filter paper (11.2–13.2 cm) and sand (14.2–16.6 cm).

The seeds of ryegrass samples of domestic and foreign origin show a higher sprouting (43–91 % on sand and 82–92 % on filter paper) compared to the local and wild population (33–82 % on sand and 73–81 % on filter paper).

The obtained results (germination energy, sprouting and signs of seedlings) must be taken into account when placing samples in the National Repository and Collection of perennial ryegrass in field conditions, since it includes different source material (local and wild populations, varieties).

Keywords: perennial ryegrass, seeds, germination energy, laboratory germination, sprout.

Вступ. Пажитниця багаторічна (*Lolium perenne* L.) – основний компонент пасовищ, сінокосів та газонів завдяки легкості укорінення, високій засвоюваності та збалансованому сезонному утворенню сухої речовини [18].

Дослідження Т. Кеер та інших показують, що локальні зміни навколишнього середовища відбуваються швидше, ніж адаптація природних популяцій трав. Це впливає на продуктивність сортів. Таким чином, одним із актуальних завдань селекціонерів є створення нових сортів, адаптованих до кліматичних умов. На думку багатьох вчених, використання генетичного різноманіття має першочергове значення [8, 20, 23].

Проростання насіння та ріст є важливим етапом успішного розвитку рослин. Хоча досліджень з проростання та спокою насіння достатньо, багато процесів ще не до кінця вивчено. Проростання насіння і ранній гетеротрофний ріст у відповідь на температуру можна використовувати як маркер для відбору перспективного матеріалу [13–15, 28].

Двома основними типами спокою, що наявні в насінні багаторічних трав, є спокій зародка та спокій, викликаний оболонкою. Спокій насіння кормових трав зазвичай долають або зменшують шляхом дозрівання за певних умов навколишнього середовища. Багатьом видам трав після осипання насіння потрібен теплий і сухий період. Генетика та умови вирощування материнської рослини під час дозрівання насіння є найважливішими факторами, що контролюють коливання спокою насіння та вимог до проростання всередині та між популяціями [29]. Цю зміну потрібно враховувати під час тестування вимог щодо проростання дикорослих видів [17]. Багато досліджень схожості проведено на комерційних культурних сортах та вибраних лініях кормових і газонних видів [4, 12, 16, 19, 26, 30]. Проростання насіння в дикорослих популяціях багаторічних злакових трав досліджено на місцевих видах американського континенту [25]. Однак біологію насіння багаторічних злакових трав в європейських популяціях вивчено в декількох дослідженнях [31].

Під схожістю розуміють здатність насіння утворювати нормально розвинуті проростки. Цей показник виражається у відсотках до загальної кількості насіння, взятого для пророщування.

Не менш важливою є енергія проростання насіння, що характеризує його здатність швидко і дружно проростати. На цей показник у природних умовах насамперед впливають температура та вологість. Так, наприклад, сівба насіння навіть з високою енергією проростання в холодний і непрогрітий ґрунт найчастіше призводить до появи нерівномірних та зріджених сходів, і, навпаки, те ж саме насіння, висіяне в оптимальні умови, дає дружні та рівномірні сходи [1, 7].

Важливе значення має також розмір та маса 1000 насінин. Насіння з кращими показниками більше забезпечене запасними поживними речовинами та здатне легше переносити несприятливі умови. Тому чим вища якість насіння за посівними показниками, тим краща його польова схожість [6, 21].

Доведено, що чим більшу зволоженість має місце проростання насінини, тим швидше вона набухає за однієї і тієї ж температури. З великої кількості факторів, що впливають на вбирання води, важливе значення має будова її оболонки. Чим більше на ній різних пор, тим легше проникає вода всередину. Доступ води в насіння має не перевищувати певні межі, оскільки занадто велика її кількість гальмує надходження кисню і насіння не проростає. Особливо чутливі до надлишкової кількості води під час проростання сім'янки злакових трав [5, 9].

Численними дослідженнями встановлено, що швидкість набухання насінини залежить від температури [27]. За достатнього забезпечення пророслого насіння вологою температуратурний режим значно впливає на швидкість проростання. За низької вологості ґрунту й високої температури швидкість набухання може значно уповільнюватися й нерідко насінини перестає вбирати воду, а інколи на початку набухання може втрачати ту воду, яку ввбирала до настання високої температури [10, 11].

Різні види рослин потребують для проростання властивих лише їм мінімальних температур, за яких принаймні 50 % насіння утворюють нормальні проростки. Водночас мають місце значні сортові розходження усередині видів. Оптимальні температури проростання в більшості культурних рослин – 15–30 °С, максимальні – 30–40 °С. За 50 °С проростання вже неможливе. Сухе насіння витримує і більш високі температури. Слід відзначити, що на пророслу насінину різкий перехід на мінімальну або максимальну температуру діє по-різному. У першому випадку проростання лише затримується, а в другому насінини гине.

У відкритому ґрунті в зоні помірного клімату, як правило, під час сівби не завжди буває оптимальна температура для проростання. Підвищення температури на декілька градусів щодо мінімальної вже збільшує швидкість проростання й рівномірність сходів [22]. Різні види насіння найкраще проростають за змінних денних і нічних температур. Сюди зокрема належать багато видів злакових кормових трав, і зокрема пажитниця багаторічна.

Знання фізіологічних процесів, які лежать в основі проростання, потрібні для розробки ефективних механізмів моніторингу життєздатності насіння зразків різного біологічного статусу під час використання їх у селекційному процесі та зберігання в генетичних банках. Мета цієї роботи полягала в тому, щоб визначити оптимальні температурні умови проростання насіння зразків пажитниці багаторічної різного біологічного статусу.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2022 р. на експериментальній базі лабораторії захисту рослин Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Матеріалом дослідження слугували 5 зразків насіння пажитниці багаторічної: місцева та дикоросла популяції, два сорти вітчизняної селекції – Осип і Дрогобицький 16 та литовський сорт Raminta, які було відібрано з колекції Передкарпатського відділу наукових досліджень. Насіння пророщували в чашках Петрі на різних типах субстрату, а зокрема на фільтрувальному папері та піску в термостаті. Дослід проводили в чотирьох повтореннях за значень температури 3; 13; 23 та 33 °С.

Характеристики насіння (енергія проростання та схожість) і проростків (довжина кореня, гіпокотила та загальна довжина) визначали через 10 місяців після зберігання згідно з міжнародним стандартом ISTA (1999) [24] та ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначання якості» та ДСТУ 2940-94 «Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення» [2, 3].

При закладанні досліду на фільтрувальному папері чашки Петрі стерилізували в стерилізаторі за температури 85 °С протягом 30 хв з відкритим люфтом, потім охолоджували їх до температури приблизно 25 °С. На верх та низ чашки клали фільтрувальний папір та змочували низ чашки рівномірно дистильованою водою (4 мл). Оскільки посівний матеріал дрібний, то насіння (по 100 шт. кожного зразка) розкладали рівномірно руками (попередньо продезинфікованими мурашиним спиртом). На чашках водостійким маркером вказували дату закладання, номер повторення, культуру та температуру. На п'яту добу визначали енергію проростання, а на 14-ту – повну схожість (рис.). Під

час визначення енергії проростання на п'яту добу додавали дистильовану воду (4 мл).

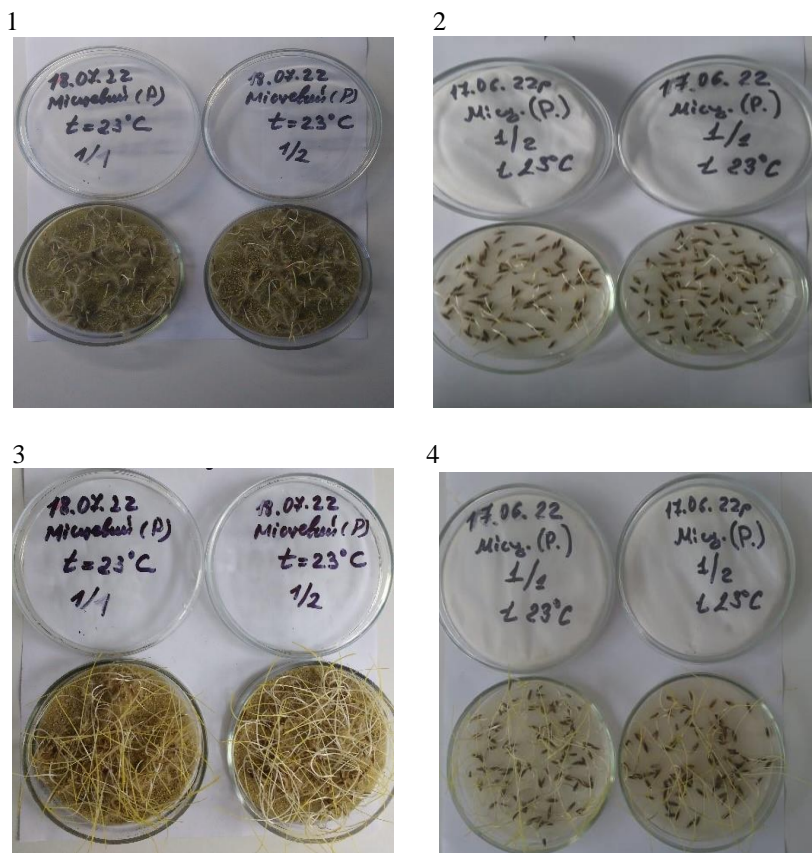


Рис. Проростання насіння пажитниці багаторічної в чашках Петрі на 5-ту добу (1 – на піску, 2 – на фільтрувальному папері) та 14-ту добу (3 – на піску, 4 – на фільтрувальному папері)

Пісок як субстрат для пророщування насіння (просіяний через решето з отворами діаметром 1 мм, промитий, прожарений до обуглення шматка паперу, вложеного в нього) використовували за таким варіантом: «на піску» (нП) – насіння втискали в поверхню піску (на 1 мм).

Під час закладання досліду на піску на дно чашки давали пісок товщиною 1,5 см, зволожуючи його 7 мл дистильованої води, та

розміщували насіння. На п'яту добу додавали ще 2 мл дистильованої води.

Строків підрахунку в дослідженні було два: перший – для енергії проростання, другий – для схожості та вимірювань. Під час першого обліку окремо оцінювали і підраховували нормально пророслі насінини, а також з вираженими ознаками аномалій та гнилі. Дві останні групи видаляли. На 14-ту добу також визначали довжину кореня та гіпокотила і загальну довжину 25 випадково вибраних насінин. Отримані під час аналізу результати виражали у відсотках, заокруглених до найближчої цілої цифри, за кожною з виявлених категорій.

Достовірність аналізу встановлювали, порівнюючи крайні значення повторів із середньоарифметичним. Результат вважали достовірним, якщо різниця між ним і середньоарифметичним, яке обчислювали до цілого числа, не перевищувала гранично допустимі відхилення. Результати статистично оброблено шляхом аналізу дисперсії (ANOVA).

Результати та обговорення. Значення енергії проростання для 5 зразків за чотирьох температурних режимів були достовірними на фільтрувальному папері ($LSD_{0,05}=0,02-0,04$) та піску ($LSD_{0,05}=0,01-0,03$) (табл. 1, 2).

1. Енергія проростання, схожість, довжина кореня та гіпокотила за різних температурних режимів на фільтрувальному папері

Зразки	Температурний режим (°C)				Середнє
	3	13	23	33	
1	2	3	4	5	6
Енергія проростання, % (5-та доба)					
Місцева популяція	54	59	60	64	59
Raminta	58	65	73	61	64
Осип	69	78	61	72	70
Дрогобицький 16	70	70	65	81	72
Дикоросла популяція	53	52	52	55	53
Середнє	63	65	62	67	
$LSD_{0,05}$	0,02	0,03	0,03	0,04	
Схожість, % (14-та доба)					
Місцева популяція	76	81	81	80	80
Raminta	85	92	94	84	89
Осип	89	88	86	82	86
Дрогобицький 16	83	89	87	86	86
Дикоросла популяція	77	79	76	73	76

1	2	3	4	5	6
Середнє	82	86	85	81	
LSD _{0,05}	25,44	28,08	28,21	23,39	
Довжина кореня, см (14-та доба)					
Місцева популяція	3,7	4,1	4,7	4,4	4,2
Raminta	3,9	4,2	5,1	5,0	4,6
Осип	3,1	4,8	5,2	5,1	4,6
Дрогобицький 16	3,2	4,7	5,5	5,6	4,8
Дикоросла популяція	3,6	4,2	4,9	4,7	4,4
Середнє	3,5	4,4	5,1	5,0	
LSD _{0,05}	0,01	0,59	0,55	0,02	
Довжина гіпокотилія, см (14-та доба)					
Місцева популяція	3,6	6,1	6,5	6,4	5,7
Raminta	3,5	7,0	7,7	7,3	6,4
Осип	4,5	6,9	7,3	7,4	6,5
Дрогобицький 16	4,4	7,0	7,7	7,5	6,7
Дикоросла популяція	4,1	6,2	6,4	6,7	5,9
Середнє	4,0	6,6	7,1	7,1	
LSD _{0,05}	0,02	0,01	0,64	0,10	
Загальна довжина, см (14-та доба)					
Місцева популяція	7,3	10,2	11,2	10,8	9,9
Raminta	7,4	11,2	12,8	12,3	10,9
Осип	7,6	11,7	12,5	12,5	11,1
Дрогобицький 16	7,6	11,7	13,2	13,1	11,4
Дикоросла популяція	7,7	10,4	11,3	11,4	10,2
Середнє	7,5	11,0	12,2	12,0	
LSD _{0,05}	0,59	0,93	0,79	0,03	

За температури 3 °С на фільтрувальному папері найнижча енергія проростання у дикорослого зразка – 53 % та місцевого – 54 %, найбільша – в сорту Дрогобицький 16 (70 %). На піску відзначали низьку енергію проростання в усіх зразків (23–31 %).

На фільтрувальному папері за температури 13 °С найменшу енергію проростання спостерігали в дикорослої популяції (52 %) та місцевої (59 %), найбільшу – в сорту Осип (78 %). На піску відзначено низьку енергію проростання всіх зразків (53–62 %).

За температури 23 °С найнижчу енергію проростання спостерігали на фільтрувальному папері в дикорослої популяції (52 %), найвищу – в сорту Raminta (73 %). Високу енергію проростання було відзначено на піску в усіх зразків (72–88 %).

2. Енергія проростання, схожість, довжина кореня та гіпокотила за різних температурних режимів на піску

Зразки	Температурний режим (°C)				
	3	13	23	33	Середне
1	2	3	4	5	6
Енергія проростання, % (5-та доба)					
Місцева популяція	23	53	72	32	45
Raminta	25	59	87	34	59
Осип	31	53	88	35	52
Дрогобицький 16	31	58	83	65	59
Дикоросла популяція	23	62	76	36	49
Середнє	27	57	81	40	
LSD _{0,05}	0,02	0,02	0,03	0,01	
Схожість, % (14-та доба)					
Місцева популяція	33	76	78	49	59
Raminta	42	90	89	72	73
Осип	39	87	91	83	75
Дрогобицький 16	43	93	90	83	77
Дикоросла популяція	35	79	82	44	60
Середнє	36	85	86	66	
LSD _{0,05}	18,59	31,84	10,96	0,04	
Довжина кореня, см (14-та доба)					
Місцева популяція	1,3	5,8	6,2	1,5	3,7
Raminta	1,8	6,1	6,3	2,0	4,1
Осип	2,0	5,9	6,9	2,1	4,2
Дрогобицький 16	2,2	5,8	7,2	3,5	4,7
Дикоросла популяція	1,7	4,6	4,6	1,1	3,0
Середнє	1,8	5,6	6,2	2,0	
LSD _{0,05}	0,02	0,95	0,03	0,01	
Довжина гіпокотила, см (14-та доба)					
Місцева популяція	1,9	7,9	8,0	1,8	4,9
Raminta	2,6	8,7	8,9	2,4	5,7
Осип	3,1	8,4	9,1	2,3	5,7
Дрогобицький 16	3,6	8,6	9,4	4,2	6,5
Дикоросла популяція	2,5	7,5	8,7	1,9	5,4
Середнє	2,7	8,2	8,8	3,2	
LSD _{0,05}	0,01	0,78	1,03	0,02	
Загальна довжина, см (14-та доба)					
Місцева популяція	3,2	13,7	14,2	3,3	8,6
Raminta	4,4	14,8	15,2	4,4	9,7

1	2	3	4	5	6
Осип	5,1	14,3	16,3	4,4	10,0
Дрогобицький 16	5,8	14,4	16,6	7,7	11,1
Дикоросла популяція	4,2	12,1	13,3	3,0	8,2
Середнє	4,5	13,9	15,1	4,6	
LSD _{0,05}	0,02	0,70	0,16	0,01	

Вища енергія проростання за температури 33 °С була на фільтрувальному папері: дикоросла популяція – 55 %, с. Raminta – 61 %, місцева популяція – 64 %, с. Осип – 72 %, с. Дрогобицький 16 – 81 %. На піску спостерігали нижчу енергію проростання насіння: місцева популяція – 32 %, с. Raminta – 34 %, с. Осип – 35 %, дикоросла популяція – 36 %, с. Дрогобицький 16 – 65 %.

За температури 3 °С схожість насіння всіх 5 зразків пажитниці багаторічної на піску в середньому була значно нижча, ніж на фільтрувальному папері. Зокрема середній показник схожості на 14-ту добу на фільтрувальному папері в дикорослої популяції був 77 %, місцевої – 76 %, с. Raminta – 85 %, с. Дрогобицький 16 – 83 %, с. Осип – 89 %. На піску середній показник схожості на 14-ту добу в с. Дрогобицький 16 був 43 %, с. Raminta – 42 %, с. Осип – 39 %, дикорослої популяції – 35 %, місцевої – 33 %.

За температури 13 °С схожість насіння була майже однакова в усіх зразків та на двох типах субстрату. Зокрема на фільтрувальному папері найвищий середній показник схожості був у с. Raminta – 92 %, с. Дрогобицький 16 – 89 % та с. Осип – 88 %. На піску найвищий середній показник відзначали також у с. Осип – 91 %, с. Дрогобицький 16 – 90 % та с. Raminta – 89 %.

Найвищий середній показник схожості за температури 23 °С на фільтрувальному папері був у с. Raminta (94 %), найнижчий – у дикорослої популяції (76 %). На піску найвищий середній показник спостерігали в с. Осип (91 %), найнижчий – у місцевої популяції (78 %).

За температури 33 °С на фільтрувальному папері середній показник схожості в с. Дрогобицький 16 був 86 %, с. Raminta – 84 %, с. Осип – 82 %, місцевої популяції – 82 %, дикорослої – 73 %. На піску відповідно показники в сортів Осип та Дрогобицький 16 були 83 %, с. Raminta – 72 %, місцевої популяції – 49 %, дикорослої – 44 %.

Слід зазначити, що у зразків, які пророщували на фільтрувальному папері, довжина проростків коливалася в межах 7,5–12,2 см (за LSD_{0,05}=0,03–0,93), на піску – 4,5–15,1 см (за LSD_{0,05}=0,01–0,70). Найбільшу довжину кореня (4,7–5,5 та 4,6–6,8 см) і гіпокотилія

(6,4–7,7 та 8,0–9,4 см) відзначали на фільтрувальному папері та піску за температури 23 °С.

Щодо різних типів субстратів, то на фільтрувальному папері за всіх температурних режимів схожість була доброю. На піску найкращі ж значення схожості виявлено лише в діапазоні 13–23 °С. Також варто зазначити, що за температури 23 °С на піску спостерігали високі показники енергії проростання в усіх 5 зразків (72–88 %).

За критичних значень температури (в нашому випадку 3 °С та 33 °С) схожість на піску була значно нижчою, ніж на фільтрувальному папері. Зокрема за температури 3 °С показник схожості насіння в сорту Дрогобицький 16 був 43 % та Raminta – 42 %, Осип – 39 %, а за 33 °С відповідно в с. Дрогобицький 16 та с. Осип – 83 %, с. Raminta – 72 %. Найнижчі показники схожості за обох значень температури були в дикорослої та місцевої популяції.

Найменші значення довжини кореня та гіпокотіля були за температури 3 °С як на фільтрувальному папері (відповідно 3,1–3,9 та 3,5–4,5 см), так і на піску (відповідно 1,9–3,6 та 3,2–5,8 см). Найбільші показники проростків відзначали за температури 23 °С. На фільтрувальному папері довжина кореня була 4,7–5,5 см, гіпокотіля – 6,4–7,7 см, на піску – відповідно 4,6–7,2 та 8,0–9,4 см.

Якщо порівняти отримані результати щодо насіння (енергія проростання та схожість) та ознаки проростків (довжина кореня та гіпокотіля, загальна довжина) між зразками за різних температурних режимів на фільтрувальному папері та піску, то можна виділити сорт Дрогобицький 16, який майже за всіма показниками перевищив досліджувані зразки.

Отримані результати (енергія проростання, схожість та ознаки проростків) потрібно враховувати під час закладки зразків у Національне сховище та колекційних розсадників пажитниці багаторічної в польових умовах.

Висновки. За результатами дослідження було встановлено особливості енергії проростання, схожості насіння та ознак проростків пажитниці багаторічної на різних типах субстрату (фільтрувальному папері та піску) за температурних режимів 3; 13; 23 та 33 °С.

За всіх показників температури схожість на фільтрувальному папері була доброю (73–94 %). Найкращі значення схожості на піску спостерігали за температури 13–23 °С. Довжина паростків була найбільша за температури пророщування 23 °С на обох типах субстрату.

Схожість насіння зразків пажитниці багаторічної вітчизняного та закордонного походження становила 43–93 % на піску та 82–92 %

на фільтрувальному папері, місцевої і дикорослої популяції – відповідно 33–82 та 73–81 %.

Список використаної літератури

1. Антонів С. Ф., Колісник С. І. Насінництво злакових трав. *Насінництво*. 2005. № 11. С. 7–17.
2. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Чинний від 2002-12-28. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2003. 173 с.
3. ДСТУ 2949-94. Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення. Чинний від 1996-01-01. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1995. 49 с.
4. Життєздатність насіння при його зберіганні / А. М. Вишневська та ін. *Зб. наук. пр. СГП «Національний центр насінництва та сортовивчення»*. 2005. Вип. 7 (47). С. 36–45.
5. Їжик М. К. Сільськогосподарське насінництво: формування, будова та властивості насіння. Харків, 2000. Ч. 1. 103 с.
6. Кавунець В. П., Маласай В. М. Якість і врожайні властивості насіння. *Насінництво*. 2006. № 1. С. 19–21.
7. Кіндрук М. О., Соколов В. М., Вишневський В. В. Насінництво з основами насінництва. Київ : Аграрна наука, 2012. 264 с.
8. Коник Г. С., Іванців Р. Є. Оцінка зразків пажитниці багаторічної за біологічними та господарсько цінними показниками. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (I). С. 139–146.
9. Насінництво та методи визначення якості насіння / С. М. Каленська та ін. Київ, 2005. 56 с.
10. Насінництво багаторічних та однорічних кормових культур / Г. І. Демидася та ін. ; за ред. Г. І. Демидася, І. Т. Слюсаря. Київ : НУБіП України, 2018. 177 с.
11. Порівняльна оцінка методів визначення схожості та життєздатності багаторічних бобових і злакових трав / С. Ф. Антонів та ін. Матеріали XII Міжнар. наук. конф. «*Корми і кормовий*

References

1. Antoniv S. F., Kolisnyk S. I. Seed production of grasses. *Nasinnystvo*. 2005. No. 11. P. 7–17.
2. DSTU 4138-2002. Seeds of agricultural crops. Quality determination methods. Valid from 2002-12-28. Official publication. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy, 2003. 173 p.
3. DSTU 2949-94. Seeds of agricultural crops. Terms and definitions. Valid from 1996-01-01. Official publication. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy, 1995. 49 p.
4. Seed viability during storage / A. M. Vyshnevskaya et al. *Zb. nauk. pr. SHI "Natsionalnyi tsentr nasinniezsvstva ta sortovyvchennia"*. 2005. Issue 7 (47). P. 36–45.
5. Yizhyk M. K. Agricultural seed science: formation, structure and properties of seeds. Kharkiv, 2000. Part 1. 103 p.
6. Kavunets V. P., Malasai V. M. Quality and yield properties of seeds. *Nasinnystvo*. 2006. No. 1. P. 19–21.
7. Kindruk M. O., Sokolov V. M., Vyshnevskiy V. V. Seed production with the basics of seed science. Kyiv : Agrarna nauka, 2012. 264 p.
8. Konyk H. S., Ivantsiv R. Ye. Evaluation of samples of perennial ryegrass by biological and economically valuable indicators. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2015. Issue 58 (I). P. 139–146.
9. Seed science and methods of seed quality determination / S. M. Kalenska et al. Kyiv, 2005. 56 p.
10. Seed production of perennial and annual forage crops / H. I. Demydas et al. ; edited by H. I. Demydas, I. T. Sliusar. Kyiv : NUBiP Ukrainy, 2018. 177 p.
11. Comparative assessment of methods for determining the similarity and viability of perennial legumes and grasses / S. F. Antoniv et al. Materials of the XII International of science conf. "*Kormy i kormovyi bilok*" (Vinnytsia, July 15, 2020). P. 103–107.

білок» (м. Вінниця, 15 лип. 2020 р.). С. 103–107.

12. Acid and temperature treatments result in increased germination of seeds of three fescue species / R. Stanisavljević et al. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2012. Vol. 40 (2). P. 220–226. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha4027898>.

13. Ahmed L. Q. Analyse de la Variabilité Inter- et Intra-spécifique de Cinq espèces Prairiales en Réponse à la Température Pendant la Germination et la phase hétérotrophe initiale. France : University-Poitiers, 2015. 257 p.

14. Ahmed L. Q., Durand J. L., Escobar-Gutierrez A. J. Genetic diversity of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in response to temperature during germination. *Seed Sci. Technol.* 2019. Vol. 47. P. 351–356. DOI: 10.15258/sat.2019.47.3.10.

15. Differences in traits of seeds and seedlings of perennial ryegrass cultivars after nine months storage at different temperatures / V. Rozman et al. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2010. Vol. 38 (1). P. 155–158. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha3813677>.

16. Drying of forage grass seed harvested at different times and its utility value in sowing periods / R. Sanisavljević et al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2014. Vol. 101 (2). P. 169–176. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.022>.

17. Effect of light, temperature, salinity and drought stresses on seed germination of *Hypericum ericoides*, a wild plant with ornamental potential / M. J. Vicente et al. *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 270. P. 109433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109433>.

18. Effect of seed aging on the seed quality and seedling growth of timothy grass (*Phleum pratense* L.) / R. Stanisavljević et al. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*. 2019. Vol. 23. P. 10–13. DOI: 10.5937/jpea1901010S.

19. Exploring diversity among rice germplasm based on their physiological traits responses to salinity / I. N. B. L. Reddy et al. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 2017. Vol. 20. P. 137–152. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12892-017-0030-0>.

20. High-throughput genome-wide

12. Acid and temperature treatments result in increased germination of seeds of three fescue species / R. Stanisavljević et al. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2012. Vol. 40 (2). P. 220–226. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha4027898>.

13. Ahmed L. Q. Analyse de la Variabilité Inter- et Intra-spécifique de Cinq espèces Prairiales en Réponse à la Température Pendant la Germination et la phase hétérotrophe initiale. France : University-Poitiers, 2015. 257 p.

14. Ahmed L. Q., Durand J. L., Escobar-Gutierrez A. J. Genetic diversity of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in response to temperature during germination. *Seed Sci. Technol.* 2019. Vol. 47. P. 351–356. DOI: 10.15258/sat.2019.47.3.10.

15. Differences in traits of seeds and seedlings of perennial ryegrass cultivars after nine months storage at different temperatures / V. Rozman et al. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2010. Vol. 38 (1). P. 155–158. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha3813677>.

16. Drying of forage grass seed harvested at different times and its utility value in sowing periods / R. Sanisavljević et al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2014. Vol. 101 (2). P. 169–176. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.022>.

17. Effect of light, temperature, salinity and drought stresses on seed germination of *Hypericum ericoides*, a wild plant with ornamental potential / M. J. Vicente et al. *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 270. P. 109433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109433>.

18. Effect of seed aging on the seed quality and seedling growth of timothy grass (*Phleum pratense* L.) / R. Stanisavljević et al. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*. 2019. Vol. 23. P. 10–13. DOI: 10.5937/jpea1901010S.

19. Exploring diversity among rice germplasm based on their physiological traits responses to salinity / I. N. B. L. Reddy et al. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 2017. Vol. 20. P. 137–152. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12892-017-0030-0>.

genotyping to optimize the use of natural genetic resources in the grassland species Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) / T. Keep et al. *Genes Genomes Genet.* 2020. Vol. 10. P. 3347–3364. DOI: 10.1534/g3.120.401491.

21. Influence of different pre-sowing treatments on seed dormancy breakdown, germination and vigour of red clover and italian ryegrass / N. Veljić et al. *International Journal of Agriculture and Biology.* 2018. Vol. 20. P. 1548–1554. URL: <https://plantarum.izbis.bg.ac.rs/handle/123456789/540> (last accessed: 12.04.2023).

22. International Rules for Seed Testing / ISTA (Ed.). *Seed Science and Technology.* 1999. Vol. 27. P. 25–30.

23. Lina A. Q., Escobar-Gutiérrez A. J. Unexpected Intraspecific Variability of Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in Response to Constant Temperature During Germination and Initial Heterotrophic Growth. *Frontiers in Plant Science.* 2022. Vol. 13. 13:856099. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.856099> (last accessed: 12.04.2023).

24. Optimizing Temperature Requirements for Clover Seed Germination / L. L. Baxter et al. *Agrosystems, Geosciences & Environment.* 2019. Vol. 2. P. 1–7. 180059. DOI: 10.2134/age2018.11.0059.

25. Seed responses to temperature indicate different germination strategies among *Festuca pallescens* populations from semi-arid environments in North Patagonia / A. S. López et al. *Agricultural and Forest Meteorology.* 2019. Vol. 272/273. P. 81–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.04.002>.

26. Shiade S. R. G., Boelt B. Seed germination and seedling growth parameters in nine tall fescue varieties under salinity stress. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science.* 2020. Vol. 70. P. 485–494. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1779338>.

27. Svojsva klijanaca i biljaka engleskog ljujla nakon 5 godina skladištenja sjemena na različitim temperaturama / G. Bukvić et al. *Poljoprivreda.* 2018. Vol. 24 (1). P. 18–24. DOI: 10.18047/poljo.24.1.3.

0030-0.

20. High-throughput genome-wide genotyping to optimize the use of natural genetic resources in the grassland species Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) / T. Keep et al. *Genes Genomes Genet.* 2020. Vol. 10. P. 3347–3364. DOI: 10.1534/g3.120.401491.

21. Influence of different pre-sowing treatments on seed dormancy breakdown, germination and vigour of red clover and italian ryegrass / N. Veljić et al. *International Journal of Agriculture and Biology.* 2018. Vol. 20. P. 1548–1554. URL: <https://plantarum.izbis.bg.ac.rs/handle/123456789/540> (last accessed: 12.04.2023).

22. International Rules for Seed Testing / ISTA (Ed.). *Seed Science and Technology.* 1999. Vol. 27. P. 25–30.

23. Lina A. Q., Escobar-Gutiérrez A. J. Unexpected Intraspecific Variability of Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in Response to Constant Temperature During Germination and Initial Heterotrophic Growth. *Frontiers in Plant Science.* 2022. Vol. 13. 13:856099. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.856099> (last accessed: 12.04.2023).

24. Optimizing Temperature Requirements for Clover Seed Germination / L. L. Baxter et al. *Agrosystems, Geosciences & Environment.* 2019. Vol. 2. P. 1–7. 180059. DOI: 10.2134/age2018.11.0059.

25. Seed responses to temperature indicate different germination strategies among *Festuca pallescens* populations from semi-arid environments in North Patagonia / A. S. López et al. *Agricultural and Forest Meteorology.* 2019. Vol. 272/273. P. 81–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.04.002>.

26. Shiade S. R. G., Boelt B. Seed germination and seedling growth parameters in nine tall fescue varieties under salinity stress. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science.* 2020. Vol. 70. P. 485–494. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1779338>.

28. The history of domestication and selection of lucerne: a new perspective from the genetic diversity for seed germination in response to temperature and scarification / W. Ghaleb et al. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. P. 1–11. DOI: 10.3389/fpls.2020.578121.

29. Understanding seed germination of forage crops under various salinity and temperature stress / Sharavdorj Khulan et al. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 2021. Vol. 24 (5). P. 545–554. DOI: 10.1007/s12892-021-00101-9.

30. Variability italian ryegrass and perennial ryegrass seed quality produced in two different region / R. Stanisavljević et al. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*. 2017. Vol. 21 (2). P. 124–126. DOI: <https://doi.org/10.5937/JPEA1702124S>.

31. Vivanco P., Oliveira J. A., Martín I. Optimal germination conditions for monitoring seed viability in wild populations of fescues. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2021. Vol. 19 (3). DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/2021193-18025>.

27. Svojstva klijanaca i biljaka engleskog ljujla nakon 5 godina skladištenja sjemena na različitim temperaturama / G. Bukvić et al. *Poljoprivreda*. 2018. Vol. 24 (1). P. 18–24. DOI: 10.18047/poljo.24.1.3.

28. The history of domestication and selection of lucerne: a new perspective from the genetic diversity for seed germination in response to temperature and scarification / W. Ghaleb et al. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. P. 1–11. DOI: 10.3389/fpls.2020.578121.

29. Understanding seed germination of forage crops under various salinity and temperature stress / Sharavdorj Khulan et al. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 2021. Vol. 24 (5). P. 545–554. DOI: 10.1007/s12892-021-00101-9.

30. Variability italian ryegrass and perennial ryegrass seed quality produced in two different region / R. Stanisavljević et al. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*. 2017. Vol. 21 (2). P. 124–126. DOI: <https://doi.org/10.5937/JPEA1702124S>.

31. Vivanco P., Oliveira J. A., Martín I. Optimal germination conditions for monitoring seed viability in wild populations of fescues. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2021. Vol. 19 (3). DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/2021193-18025>.

Отримано 21 квітня 2023 р.
Погоджено до друку 1 серпня 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-8

УДК 633.63:631.81:632.952

А. В. ПОТАПОВ, здобувач

М. Б. ГРАБОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

Білоцерківський національний аграрний університет

пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква Київської обл., 09117,

e-mail: nikgr1977@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОСІВІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД МІКРОДОБРІВ І СИСТЕМ ФУНГІЦИДНОГО ЗАХИСТУ

Встановлено вплив позакореневого підживлення мікродобривами і систем фунгіцидного захисту на формування площі листкової поверхні та фотосинтетичних показників посівів буряків цукрових. Максимальну площу листкової поверхні буряків цукрових відзначено в першій декаді серпня (35,0 і 37,6 тис. м²/га), фотосинтетичний потенціал посівів – у першій декаді вересня (0,92 і 0,97 млн м² діб/га), чисту продуктивність фотосинтезу посівів – у першій декаді серпня (7,32 і 9,33 г/м² за добу) відповідно в гібридів Пушкін і Акація. Залежно від періодів обліків гібрид Акація перевищував за цими показниками гібрид Пушкін на 9,8–12,6; 5,6–8,3 і 3,3–27,5 %.

Застосування у позакоренево підживлення мікродобрива yaravita bortrac 150 і yaravita mancozin сприяло збільшенню площі листкової поверхні рослин буряків цукрових у період зникання листків у міжряддях, у першій декаді серпня і вересня на 2,4 і 1,4; 2,7 і 3,8 та 2,1 і 2,6 тис. м²/га порівняно з контролем. Збільшення фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу в першій декаді вересня становило 8,6 і 10,4 % та 1,4 і 3,1 % відповідно за використання yaravita bortrac 150 і yaravita mancozin. Площа листкової поверхні рослин буряків цукрових на варіантах з другим мікродобривом була вищою на 2,4–3,6 %, ніж з першим.

Використання систем фунгіцидного захисту збільшувало площу листкової поверхні буряків цукрових на другому варіанті (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) на 2,3 тис. м²/га; третьому варіанті (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – на 2,7 тис. м²/га, четвертому (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – на 2,5 тис. м²/га порівняно з контролем. Не спостерігали суттєвої різниці між варіантами фунгіцидного захисту за показниками фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу.

Найвищу площу листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чисту продуктивність фотосинтезу отримано в гібриду Акація на варіанті фунгіцидного захисту церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га) і позакореневого підживлення мікродобривом yaravita mancozin (1 л/га).

Ключові слова: буряк цукровий, гібрид, фунгіциди, мікродобрива, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.

Arsenii Potapov, Mykola Hrabovskyi

Bila Tserkva National Agrarian University

Formation of leaf surface area and photosynthetic indicators of sugar beet crops depending on microfertilizers and fungicide protection systems

The article presents the results of studying the influence of microfertilizers and fungicidal protection systems on the formation of leaf surface area and photosynthetic indicators of sugar beet crops. The maximum leaf surface area of sugar beets was in the first decade of August – 35.0 and 37.6 thousand m²/ha, the photosynthetic potential of crops was in the first decade of September – 0.92 and 0.97 million m² days/ha, the net crop photosynthetic productivity was in the first decade of August – 7.32 and 9.33 g/m² per day, respectively, in hybrids Pushkin and Acacia. Depending on the accounting periods, the hybrid Acacia exceeded the hybrid Pushkin by these indicators on 9.8–12.6, 5.6–8.3 and 3.3–27.5 %.

Application of microfertilizers yaravita bortrac150 and yaravita mancozin in foliar fertilization increased the leaf surface area of sugar beet plants during the period of leaf closure in the interrow, the first decade of August and September by 2.4 and 1.4, 2.7 and 3.8, 2.1 and 2.6 thousand m²/ha, compared to the control. The increase in photosynthetic potential and net photosynthetic productivity in the first decade of September was 8.6 and 10.4 %, 1.4 and 3.1 %, respectively with microfertilizers yaravita bortrac150 and yaravita mancozin. The leaf surface area of sugar beet plants on variants with the second microfertilizer was 2.4–3.6 % higher than with the first.

The use of fungicidal protection systems increased the leaf surface area of sugar beets on the second option (shtefstrobin (0.6 l/ha) + shtefozal (0.5 l/ha) + shtilvet (0.1 l/ha)) by 2,3 thousand m²/ha; the third option (tserkoshtef (0.5 l/ha) + shtefstrobin (0.6 l/ha) + shtilvet (0.1 l/ha)) on 2.7 thousand m²/ha, to the fourth (tserkoshtef (0.5 l/ha) + shtefozal (0.5 l/ha) + shtilvet (0.1 l/ha)) by 2.5 thousand m²/ha, compared with control. There was no significant difference was observed in the indicators of photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis between the options of fungicide protection.

The highest leaf surface area, photosynthetic potential and net photosynthetic productivity were obtained in the hybrid sugar beet Acacia on the option of fungicide protection tserkoshtef (0.5 l/ha) + stefstrobin (0.6 l/ha) + shtilvet (0.1 l/ha) and foliar fertilization Yaravita mancozin (1 l/ha).

Keywords: sugar beet, hybrid, fungicides, microfertilizers, leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity.

Вступ. Буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.) є однією з основних цукроносних культур. У світі посіви буряків цукрових займають понад 4,5 млн га, зокрема майже 1,5 млн га в країнах Європейського Союзу (ЄС) [36]. Найбільше буряків цукрових виробляють у Європі, Азії та Північній Америці. У країнах ЄС у 2016 р. було вироблено понад

110,7 млн т, а світове виробництво цукрових буряків перевищило 2772 млн т [41]. Близько 20 % цукру у світі виробляють із буряку цукрового, а решта, майже повністю, – з тростини цукрової [44]. Крім цукру, з буряків цукрових отримують такі продукти, як жом і патока, які відіграють важливу роль у тваринництві та переробній промисловості, а також можуть забезпечити багато побічних продуктів, наприклад, матеріали, які використовують для видалення важких металів у воді та очищенні стічних вод [3, 17]. Також є досвід використання жому та патоки для вермикомпостування з гноєм великої рогатої худоби у різних співвідношеннях [13].

Останніми дослідженнями було доведено важливість елементів технології вирощування буряків цукрових. Їх удосконалення відбувалося поступово, на основі досягнень у селекції та землеробстві. Проте все ще існують можливості для інтенсифікації виробництва буряків цукрових. Однією з найважливіших передумов є наявність гібридів буряків цукрових, які характеризуються високою та стабільною врожайністю, а також стійкістю до біотичних та абіотичних стресів і адаптивністю до змінних умов середовища [18, 43].

Листя буряків цукрових становить близько 20–30 % маси рослини і є основним органом, де відбувається фотосинтез. З листя асимільанти розподіляються в інші органи, головним чином, у коренеплід [2, 32]. Оптимальний показник індексу листової поверхні (ЛІП) буряків цукрових у період інтенсивного формування біомаси становить приблизно 3–4 м²/м², але він може перевищувати 5 м²/м² або навіть 9 м²/м² [31, 42]. За даними вчених, оптимальна площа листової поверхні буряків цукрових знаходиться в межах 50–80 тис. м²/га [2, 7]. В інших дослідженнях площа листової поверхні змінювалася від 34,5 до 63,8 тис. м²/га [5, 29]. Хоча, згідно з С. М. Hoffmann та ін. [26], кореляція між урожайністю коренеплодів і площею листової поверхні є слабкою, стан листків і інтенсивність фотосинтезу все ж значною мірою впливають на врожайність коренеплодів та їх технічну якість [37, 45].

Потенціал продуктивності буряків цукрових є результатом їх здатності засвоювати світло для фотосинтезу, а відповідно і використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) [27]. Одним із способів моніторингу стану посівів цієї культури в польових умовах є вимірювання фізіологічних процесів посівів за допомогою спектральних індексів LAI та PRI протягом вегетації [35].

Застосування макро- та мікроелементів дозволяє повною мірою забезпечити потреби буряків цукрових та впливає на формування асиміляційної поверхні рослин [20]. Багато вчених відзначають

позитивний вплив позакореневого підживлення на врожайність сільськогосподарських культур [39], зокрема буряків цукрових [10, 33]. Для найкращого ефекту добрива мають містити оптимально збалансований вміст мікроелементів, наявність і концентрація яких у ґрунті часто недостатня для нормального росту та розвитку рослин. Оскільки мікроелементи є невід'ємними компонентами ферментних структур у рослинах і виконують каталітичну та структурні функції, вони регулюють багато метаболічних процесів, пов'язаних із змінами енергії [11]. Вони також впливають на окислювально-відновний стан клітин, експресію генів і засвоєння гормонів.

Найбільш потрібними мікроелементами для нормального функціонування, росту і розвитку рослин буряків цукрових є залізо, бор, цинк, марганець, мідь, молібден і нікель. Серед них залізо, мідь та марганець відіграють дуже важливу роль у фотосинтезі, адже вони є активаторами синтезу хлорофілу та компонентами фотосинтетичної системи транспорту електронів і є потрібними в інших фізіологічних процесах [8, 34]. Так, позакореневе підживлення залізом, марганцем і міддю в поєднанні з передпосівною обробкою насіння вплинуло на хімічний склад рослин буряків цукрових під час вегетації, а також вміст сахарози і вихід цукру [28].

Дефіцит бору уповільнює ріст та розвиток листя буряків цукрових, знижуючи швидкість фотосинтезу та фотохімічну ефективність. Вирощування «бор ефективних» гібридів буряків цукрових та скринінг фотосинтетичних параметрів може впливати на продуктивність культури та вихід цукру [19]. Найвищий вплив магнію на формування врожаю може бути за умови відносно низької доступності азоту, але достатньої кількості магнію у ґрунті. Вплив магнію на приріст урожайності буряків цукрових найбільше проявлявся в посушливі роки [25]. Позакореневе підживлення кремнієм позитивно впливає на такі фізіологічні параметри рослин буряків цукрових, як індекс листової поверхні і засвоєння фотосинтетично активної радіації. Цей ефект триває до кінця вегетації культури [20].

Для буряків цукрових цинк є потрібним мікроелементом, і рослини помітно знижують продуктивність від його дефіциту [15]. За усередненими даними, якщо кількість цинку становить 10 мг/кг ґрунту, то це є достатнім рівнем для буряків цукрових. Однак ґрунти вважають бідними на цинк, якщо вони містять менше 0,5 мг/кг цього елемента [9]. Застосування цинкових добрив у ґрунтове або позакореневе внесення значно підвищує ростові процеси рослин, продуктивність і показники якості цукру в буряків цукрових [12]. Дефіцит цинку перешкоджає росту та розвитку рослин, зменшує

транслокацію цукру та знижує врожайність коренеплодів [23].

Застосування суміші мікроелементів (75 мг FeSO_4 , 50 мг ZnSO_4 , 25 мг MnSO_4) у позакореневе підживлення значно прискорювало ріст, фотосинтетичну ефективність і продуктивність буряків цукрових. Підвищена доза мікродобрив (150 мг FeSO_4 , 100 мг ZnSO_4 , 50 мг MnSO_4) збільшила врожайність коренеплодів на 42,0 % і вихід цукру на 92,9 % порівняно з варіантом без їх використання [22].

Хімічні заходи захисту рослин від шкідливих організмів, включаючи фунгіциди, можна використовувати, якщо вони слугують для захисту врожаю та його якості, але вони мають лише доповнювати інші методи [30]. Щоб мінімізувати ризики, пов'язані з використанням хімічних засобів захисту рослин, слід використовувати селективні інгредієнти та змінювати їх для наступних обробок, а дози та кількість обробок мають бути мінімальними [38]. Застосування фунгіцидів на посівах буряків цукрових не тільки зменшує поширеність грибкових патогенів, але й підвищує індекс листової поверхні (особливо в другій половині вегетації), масу листя та індекс FI, що виражається як відношення маси листя до маси кореня [21].

Сумісне застосування макродобрив та фунгіцидів створює умови для збільшення площі асиміляційного апарату буряків цукрових на 24,8–38,9 %. Найкращим серед варіантів мікродобрив було застосування реаком-р-бурякове (5,0 л/га) та реастім-ріст-бурякове (7,5 л/га) з внесенням у фазі змикання листків у міжряддях, коли на період збирання врожаю площа листків становила відповідно 2318 і 2463 cm^2 /рослину та 2243 і 2351 cm^2 /рослину [4].

В умовах Єгипту позакореневі підживлення мікродобривами разом з фунгіцидом монторо значно зменшили поширеність церкоспорозу в посівах буряків цукрових порівняно з варіантами без їх застосування. Сумісне використання калійних та борних добрив сприяло отриманню найвищих показників сухої маси листя буряку цукрового. Внесення сірки привело до збільшення сирової маси коренеплоду, а бору – до збільшення вмісту розчинних твердих речовин і сахарози [24].

За даними Білоцерківської ДСС ЩБіБК НААН, найбільшу площу листової поверхні рослин буряків цукрових отримали за внесення 5 т/га соломи + N_{50} + $\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{100}$ + максимум (бор) + регулятор росту наномінераліс, яка на завершення вегетації становила 2323 cm^2 /рослину. Застосування мікродобрива максимум (бор) та регулятора росту наномінераліс підвищило фотосинтетичний потенціал рослин, але водночас чиста продуктивність фотосинтезу знижувалася [40].

Застосування абсорбентів для обробки насіння буряків цукрових

значно підвищує стійкість рослин до посухи, особливо на початкових фазах росту і розвитку. Кореляційний аналіз підтвердив позитивну кореляцію між фізіологічними параметрами рослин [29].

Обробка насіння буряків цукрових реаком-с-бурякове (18 л/т) та внесення у позакореневе підживлення реаком-р-бурякове (5 л/га) збільшило площу листової поверхні буряків цукрових на період збирання врожаю на 550–842 до 2683 см²/рослину. Внесення мікродобрив і фунгіцидів в одній технологічній операції у фазі змикання листків у міжряддях забезпечило лише тенденцію збільшення площі листової поверхні порівняно з контролем без фунгіцидів [7].

За результатами досліджень, проведених у північно-східній частині Правобережного Лісостепу України, внесення мікродобрива Бор + Молібден сприяло підвищенню площі листової поверхні буряків цукрових до 35,6 і 36,1 тис. м²/га, а суміші мікродобрив – до 40,0 і 40,6 тис. м²/га відповідно в гібридів Ольжич і Булава. Водночас значних відмінностей у площі листової поверхні між різними варіантами фунгіцидного захисту не відзначено [1].

Метою досліджень було визначення впливу позакореневого підживлення мікродобривами та систем фунгіцидного захисту на формування площі листової поверхні та фотосинтетичних показників посівів буряків цукрових.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в 2020–2022 рр. у ПСП Агрофірма «Світанок» Васильківського району Київської області. Дослід проводили за такою схемою: Фактор А. Гібриди буряку цукрового. 1. Пушкін; 2. Акація. Фактор В. Застосування мікродобрив. 1. Контроль без мікродобрив; 2. *uravita bortrac* 150 (3 л/га); 3. *uravita mancozin* (1 л/га). Фактор С. Фунгіциди. 1. Контроль (без застосування фунгіцидів); 2. *штефстробін*, к. с. (0,6 л/га) + *штефозал* (0,5 л/га) + *штільвет* (0,1 л/га) 3. *церкоштеф*, к. с. (0,5 л/га) + *штефстробін*, к. с. (0,6 л/га) + *штільвет* (0,1 л/га); 4. *церкоштеф*, к. с. (0,5 л/га) + *штефозал* (0,5 л/га) + *штільвет* (0,1 л/га).

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем глибокий середньосуглинковий, що характеризується такими показниками: вміст гумусу – 2,78 %, рН сольової витяжки – 6,05, вміст рухомого азоту (амонійного) – 8,8 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 89,5 мг/кг ґрунту, рухомого калію – 64,8 мг/кг ґрунту.

Площа посівної ділянки становила 108 м², облікової – 81 м², повторність – чотириразова. Розміщення варіантів – послідовне. Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик польового дослідження [6]. Площу листової поверхні визначали методом висічок, фотосинтетичний потенціал і чисту продуктивність

фотосинтезу – розрахунковим методом за методикою J. Coombs та ін. [16] у період змикання листків у рядках та міжряддях, на першу декаду серпня і вересня. Технологія вирощування буряків цукрових загальноприйнята для зони Правобережного Лісостепу, крім прийомів, які були поставлені на вивчення. Фунгіциди вносили на початку появи хвороб на рослинах, у фазі 3–4 пари листків у буряків цукрових, наступні обробки проводили через 14–16 діб. Всього проводили 3 фунгіцидних обробки в комбінаціях згідно зі схемою досліджу. Обприскування рослин водними розчинами мікродобрив здійснювали у фазі змикання листків буряків цукрових у рядку відповідно до схеми досліджу. Під основний обробіток ґрунту було внесено мінеральні добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$ (нітроамофоска), а перед сівбою – азотні (аміачна селітра) N_{30} .

Результати та обговорення. Продуктивність рослин буряку досягається завдяки збільшенню асиміляційної поверхні, оскільки саме за рахунок асимілянтів, утворених у процесі фотосинтезу в листках, відбувається активне утворення органічної речовини в коренеплодах [3, 26, 42, 44].

За даними В. Р. Аскарова [2], формування листкової поверхні буряків цукрових на ранніх етапах росту та розвитку залежить в основному від біологічних особливостей досліджуваних гібридів та погодних умов, що визначають активність розвитку рослин та засвоєння ними факторів живлення.

У фазі змикання листків у рядку площа листкової поверхні в гібриду Пушкін становила в середньому 16,5, а в гібриду Акація – 18,1 тис. м²/га (табл. 1).

На період змикання листків у міжряддях цей показник був 22,0 і 24,8 тис. м²/га, а на першу декаду вересня – 23,4 і 25,7 тис. м²/га відповідно в першого та другого гібрида. Гібрид Акація перевищував за площею листкової поверхні гібрид Пушкін на 9,8–12,6 %.

За роки досліджень максимальну площу листкової поверхні буряків цукрових отримано в першій декаді серпня. У гібриду Пушкін вона становила 35,0 тис. м²/га, а в гібриду Акація – 37,6 тис. м²/га. За рахунок природного старіння та відмирання листя в рослин буряків цукрових їх асиміляційна поверхня на початок вересня зменшилася на 29,5–35,2 % порівняно з попереднім періодом обліків.

Застосування у позакореневе підживлення мікродобрива *yaravita bortras 150* сприяло збільшенню площі листкової поверхні у фазі змикання листків у міжряддях на 2,3 і 2,4 тис. м²/га порівняно з контролем відповідно в гібридів Пушкін і Акація.

1. Формування площі листкової поверхні гібридів буряків цукрових під впливом мікродобрів та фунгіцидів (середнє за 2020–2022 рр.), тис. м²/га

Гібрид	Мікродобрива	Фунгіциди	Змикання листків у рядку	Змикання листків у міжряддях	Перша декада серпня	Перша декада вересня	
Пушкін	контроль (без мікродобрів)	1	16,1	20,7	30,9	20,0	
		2	16,2	20,8	33,1	22,4	
		3	16,2	20,9	33,4	22,6	
		4	16,3	20,9	33,4	22,4	
	yaravita bortrac 150	1	16,6	23,1	34,0	21,9	
		2	16,7	23,0	36,1	24,1	
		3	16,7	23,3	36,4	24,4	
		4	16,8	23,1	36,4	24,3	
	yaravita mancozin	1	16,4	22,0	34,7	22,4	
		2	16,5	21,9	36,8	25,0	
		3	16,5	22,1	37,6	25,5	
		4	16,5	22,0	37,2	25,3	
	Акація	контроль (без мікродобрів)	1	17,7	23,2	33,8	22,3
			2	17,6	23,4	36,0	24,5
			3	17,8	23,5	36,5	24,9
			4	17,8	23,6	36,3	24,7
yaravita bortrac 150		1	18,3	25,7	36,2	24,8	
		2	18,3	25,7	38,4	26,6	
		3	18,4	25,9	38,6	27,1	
		4	18,4	25,9	38,5	27,1	
yaravita mancozin		1	18,0	24,9	37,0	24,5	
		2	18,1	25,0	39,7	27,0	
		3	18,1	25,1	40,1	27,6	
		4	18,2	25,2	39,9	27,2	

V, %

4,6

5,1

4,4

5,2

Примітка. Тут і далі в таблицях: 1. контроль (без застосування фунгіцидів); 2. штефстробін, к. с., 0,6 л/га + штефозал, 0,5 л/га + штільвет, 0,1 л/га; 3. церкоштеф, к. с. – 0,5 л/га + штефстробін, к. с., 0,6 л/га + штільвет, 0,1 л/га; 4. церкоштеф, к. с. – 0,5 л/га + штефозал, 0,5 л/га + штільвет, 0,1 л/га.

На першу декаду серпня і вересня це збільшення становило 3,1 і 2,3 та 1,9 і 2,3 тис. м²/га. Внесення мікродобрива yaravita mancozin сприяло підвищенню цього показника на 1,2 і 1,6; 3,9 і 3,6 та 2,7 і 2,5 тис. м²/га відповідно в першій, другій, третій та четвертий періоди обліків. Тобто, за винятком початкового періоду вегетації, площа

листової поверхні рослин буряків цукрових за рахунок використання мікродобрива *ugarvita mancozin* була вищою на 2,4–3,6 %, ніж на варіантах із застосуванням *ugarvita bortras 150*.

Використання систем фунгіцидного захисту збільшувало показники площі листової поверхні буряків цукрових. Так, у середньому на другому варіанті (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) вона зростала на 2,3 тис. м²/га; третьому варіанті (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – на 2,7 тис. м²/га, а на четвертому (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – на 2,5 тис. м²/га порівняно з контролем.

Результати наших досліджень збігаються з даними, отриманими в Лісостепу України [1], згідно з якими, застосування фунгіцидів на більш пізніх фазах росту та розвитку буряків цукрових дозволило зберегти листовий апарат рослин та забезпечити формування максимальної площі листової поверхні на удобрених мікродобривами та захищених фунгіцидами варіантах.



Рис. Частки впливу факторів на площу листової поверхні буряків цукрових на першу декаду серпня (середнє за 2020–2022 рр.), %

Встановлено, що в першій декаді серпня на площу листової поверхні буряків цукрових на 42,3 % впливав фунгіцидний захист, на 27,0 % – генетичні особливості гібридів і на 22,8 % – мікродобрива (рис.). Слід відзначити, що вплив цих факторів змінювався залежно від періодів обліків і, наприклад, у фазі змикання листків у міжряддях вищий вплив на площу листової поверхні мало застосування мікродобрив.

2. Фотосинтетичний потенціал посівів буряків цукрових (середнє за 2020–2022 рр.), млн м² діб/га

Гібрид	Мікродобрива	Фунгіциди	Змикання листків у міжряддях	Перша декада серпня	Перша декада вересня	Перед збиранням
Пушкін	контроль (без мікродобрив)	1	0,54	0,82	0,80	0,51
		2	0,54	0,86	0,87	0,56
		3	0,54	0,88	0,90	0,57
		4	0,54	0,87	0,88	0,57
	yaravita bortrac 150	1	0,56	0,88	0,86	0,58
		2	0,56	0,93	0,95	0,65
		3	0,57	0,94	0,97	0,66
		4	0,57	0,94	0,96	0,65
	yaravita mancozin	1	0,57	0,91	0,89	0,63
		2	0,57	0,94	0,97	0,69
		3	0,58	0,94	0,98	0,70
		4	0,58	0,93	0,98	0,69
Акація	контроль (без мікродобрив)	1	0,59	0,88	0,85	0,54
		2	0,59	0,92	0,93	0,58
		3	0,59	0,92	0,93	0,60
		4	0,59	0,93	0,94	0,59
	yaravita bortrac 150	1	0,60	0,93	0,92	0,63
		2	0,60	0,99	1,01	0,72
		3	0,61	1,00	1,02	0,74
		4	0,61	1,00	1,02	0,73
	yaravita mancozin	1	0,61	0,96	0,94	0,65
		2	0,62	1,00	1,01	0,76
		3	0,63	1,01	1,03	0,78
		4	0,63	1,01	1,03	0,76

V, %

3,4

4,6

4,2

4,0

Величина фотосинтетичного потенціалу буряків цукрових за всіх доз добрив тісно корелює з вмістом сухої речовини в листках рослин $R^2 = 0,977$ [5].

Було встановлено вплив позакореневого підживлення мікродобривами та фунгіцидного захисту на основні закономірності формування фотосинтетичного потенціалу рослинами буряків цукрових (табл. 2).

Так, у фазі змикання рослин у міжряддях фотосинтетичний потенціал посівів буряків цукрових становив у гібриду Пушкін

0,56 млн м² діб/га, а у гібриду Акація – 0,61 млн м² діб/га. Максимальні значення цього показника були в першій декаді вересня – 0,92 і 0,97 млн м² діб/га, а перед збиранням культури зменшилися відповідно до 0,62 і 0,67 млн м² діб/га.

Вищу ефективність мікродобрив відзначено в першій декаді вересня і перед збиранням. У вказані періоди обліків на варіантах із внесенням мікродобрива *yaravita bortrac 150* збільшення фотосинтетичного потенціалу порівняно з контролем становило 8,4 і 8,7 % та 14,9 і 22,1 %, а мікродобрива *yaravita mancozin* – 10,7 і 10,1 % та 22,6 і 27,7 % відповідно в гібридів Пушкін і Акація. Порівняно з контрольними усередненими значеннями застосування мікродобрив *yaravita bortrac 150* і *yaravita mancozin* привело до збільшення показника фотосинтетичного потенціалу посівів на 0,05 і 0,08 млн м² діб/га.

Між варіантами фунгіцидного захисту не спостерігали суттєвої відмінності у значеннях фотосинтетичного потенціалу. Так, на період збирання на другому варіанті (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) цей показник становив 0,63 і 0,69 млн м² діб/га; третьому варіанті (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 0,64 і 0,71 млн м² діб/га, а на четвертому (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 0,64 і 0,69 млн м² діб/га відповідно в гібридів Пушкін і Акація.

Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу виявлено на початку серпня (перша декада) – 8,32 г/м² за добу, на першу декаду вересня цей показник становив 4,85 г/м² за добу та суттєво зменшився перед збиранням – до 2,26 г/м² за добу (табл. 3). Тобто для періоду від змикання листків у міжрядді до кінця серпня характерний найбільш інтенсивний ріст та накопичення сухої речовини з розрахунку на одиницю площі листової поверхні [2].

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів гібридів буряків цукрових Пушкін і Акація на період змикання листків у міжряддях становила 7,11 і 7,35 г/м² за добу, першу декаду серпня і вересня – 7,32 і 9,33 та 4,71 і 5,0 г/м² за добу, а перед збиранням – 2,13 і 2,39 г/м² за добу. Залежно від періодів обліків гібрид Акація перевищував за цим показником гібрид Пушкін на 3,3–27,5 %.

Застосування в позакореневе підживлення мікродобрива *yaravita bortrac 150* дозволило отримати чисту продуктивність фотосинтезу в першій декаді серпня 7,31 і 9,39 г/м² за добу, а мікродобрива *yaravita mancozin* – 7,41 і 9,61 г/м² за добу відповідно в гібридів Пушкін і Акація. Це перевищувало контрольні варіанти на 1,1 і 4,5 % та 2,5 і 7,0 %. Різниця між варіантами з мікродобривами становила у першій,

другий, третій та четвертий періоди обліків 0,20; 0,16; 0,09 і 0,08 г/м² за добу на користь *yaravita mancozin*.

3. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів буряків цукрових (середнє за 2020–2022 рр.), г/м² за добу

Гібрид	Мікродобрива	Фунгіциди	Змикання листків у міжряддях	Перша декада серпня	Перша декада вересня	Період збирання
Пушкін	контроль (без мікродобрив)	1	6,78	6,89	4,22	2,30
		2	6,86	7,25	4,75	1,85
		3	6,98	7,40	4,84	1,96
		4	6,81	7,38	4,79	1,98
	<i>yaravita bortrac 150</i>	1	7,13	6,68	4,29	2,42
		2	7,21	7,21	4,84	1,96
		3	7,18	7,56	4,91	2,04
		4	7,26	7,80	4,82	2,00
	<i>yaravita mancozin</i>	1	7,22	6,81	4,31	2,67
		2	7,27	7,48	4,85	2,06
		3	7,34	7,70	4,95	2,12
		4	7,28	7,65	4,90	2,15
Акація	контроль (без мікродобрив)	1	6,85	8,56	4,67	2,68
		2	6,91	8,95	4,90	2,12
		3	6,96	9,15	5,06	2,14
		4	6,82	9,27	5,02	2,23
	<i>yaravita bortrac 150</i>	1	7,38	8,77	4,63	2,87
		2	7,29	9,38	5,03	2,21
		3	7,46	9,75	5,16	2,34
		4	7,54	9,66	5,08	2,28
	<i>yaravita mancozin</i>	1	7,56	9,02	4,74	2,96
		2	7,71	9,48	5,12	2,08
		3	7,82	9,88	5,32	2,45
		4	7,86	10,07	5,25	2,31
V, %			3,8	4,2	4,5	4,0

За рахунок застосування мікродобрив перебіг фізіологічних процесів у рослин активніший, утворюється більша площа листової поверхні, однак у подальшому він менш інтенсивний – якраз за рахунок значного збільшення фотосинтетичного апарату зменшується вихід чистої продуктивності фотосинтезу з розрахунку на одиницю площі листка. Водночас з тим фунгіциди в першу чергу сприяли

збереженню листкової поверхні та збільшенню ефективності її роботи, а збільшення площі листків відбувалося незначно [2].

Під впливом фунгіцидів підвищувалися процеси фотосинтезу, росту вегетативних та генеративних органів та накопичення в коренеплодах запасних поживних речовин. Так, використання другої системи фунгіцидного захисту (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) приводило до збільшення чистої продуктивності фотосинтезу в першій декаді серпня на 0,52 і 0,49 г/м² за добу, третьої (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 0,76 і 0,81 г/м² за добу і четвертої (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 0,82 і 0,88 г/м² за добу порівняно з варіантами без застосування засобів захисту відповідно в гібридів Пушкін і Акація.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено, що у гібридів буряків цукрових Пушкін і Акація максимальні показники площі листкової поверхні зафіксовано у першій декаді серпня (35,0 і 37,6 тис. м²/га), фотосинтетичного потенціалу посівів – у першій декаді вересня (0,92 і 0,97 млн м² діб/га), чистої продуктивності фотосинтезу посівів – у першій декаді серпня (7,32 і 9,33 г/м² за добу). Гібрид Акація перевищував за цими показниками гібрид Пушкін у середньому на 11,2; 7,0 і 15,4 %. На початок серпня (I декада) формування площі листкової поверхні рослин буряків цукрових на 42,3 % залежало від фунгіцидів, на 27,0 % – від генетичних особливостей гібридів і на 22,8 % – від мікродобрив.

Площа листкової поверхні рослин буряків цукрових зростала при застосуванні мікродобрив уагавіта бортрак 150 і уагавіта мансозін на 2,4 і 1,4; 2,7 і 3,8 та 2,1 і 2,6 тис. м²/га порівняно з контролем відповідно у другий, третій і четвертий періоди обліків. Слід відзначити вищі на 2,4–3,6 % значення площі листкової поверхні рослин буряків цукрових, на 1,8–2,6 % – фотосинтетичного потенціалу і на 2,3–4,5 % – чистої продуктивності фотосинтезу посівів на варіантах із використанням уагавіта мансозін порівняно з уагавіта бортрак 150.

Не виявлено значної різниці за показниками фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу між варіантами фунгіцидного захисту. На першу декаду серпня площа листкової поверхні гібридів буряків цукрових Пушкін і Акація становила на другому варіанті фунгіцидного захисту (штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) 35,4 і 38,0 тис. м²/га; третьому варіанті (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) – 35,8 і 38,4 тис. м²/га; четвертому (церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефозал (0,5 л/га) + штільвет (0,1 л/га)) –

35,7 і 38,2 тис. м²/га, що на 2,3; 2,7 та 2,5 тис. м²/га вище порівняно з контролем.

Найвищі показники площі листкової поверхні (40,1 тис. м²/га), фотосинтетичного потенціалу (1,03 млн м² діб/га) та чистої продуктивності фотосинтезу буряків цукрових (9,88 г/м² за добу) отримано в гібриду Акація за використання фунгіцидів церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + штефстробін, к. с. (0,6 л/га) + штільвет (0,1 л/га) і позакореневого підживлення мікродобривом yaravita mancozin (1 л/га).

Список використаної літератури

1. Аскарров В. Р. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на урожайність, якість та ефективність вирощування цукрових буряків. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 5. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7241> (дата звернення: 18.07.2023).

2. Аскарров В. Р. Продуктивність гібридів буряків цукрових нового покоління за використання комплексних мікродобрив та фунгіцидів у Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2017. 23 с.

3. Городецький О. С., Грабовський М. В. Технологічні якості коренеплодів та економічна ефективність вирощування гібридів буряка цукрового компанії КВС в умовах ФГ «Расавське» Кагарлицького району Київської області. *Агробіологія*. 2018. № 2. С. 34–40.

4. Жердецький І. М. Позакореневе підживлення у процесі формування врожаю цукрового буряку. *Землеробство*. 2008. Вип. 80. С. 115–121.

5. Іоніцой Ю. С. Наукові основи оптимізації агротехнічних умов вирощування буряків цукрових різних біологічних форм : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / НААН, ННЦ «Інститут землеробства». Київ, 2016. 43 с.

6. Методики проведення досліджень у буряківництві / М. В. Роїк та ін. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.

7. Стрілець О. П. Продуктивність

References

1. Askarov V. R. The effect of microfertilizers and fungicides on yield, quality and efficiency of sugar beet cultivation. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2016. No 5. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7241> (last accessed: 18.07.2023).

2. Askarov V. R. Productivity of sugar beet hybrids of the new generation with the use of complex microfertilizers and fungicides in the Forest-Steppe of Ukraine : autoref. thesis for obtaining sciences candidate degree agric. sciences : spec. 06.01.09 "Crop production" / NAAS, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet. Kyiv, 2017. 23 p.

3. Horodetskyi O. S., Hrabovskiy M. V. Technological qualities of root crops and economic efficiency of growing beet hybrids of the KVS sugar company in the conditions of FG "Rasavske" of Kagarlytskyi district, Kyiv region. *Ahrobiolohiia*. 2018. No 2. P. 34–40.

4. Zherdetskyi I. M. Foliar fertilization in the process of forming a sugar beet crop. *Zemlerobstvo*. 2008. Issue 80. P. 115–121.

5. Ionitsoi Yu. S. Scientific basis of optimization of agrotechnical conditions for growing sugar beets of different biological forms : autoref. thesis for obtaining sciences degree of dr. agric. sciences : spec. 06.01.09 "Crop production" / NAAS, NSC "Institute of Agriculture". Kyiv, 2016. 43 p.

6. Research methods in beet growing / M. V. Roik et al. Kyiv : FOP Korzun D. Yu., 2014. 373 p.

7. Strilets O. P. Productivity of sugar beets depending on the complex application of microfertilizers and fungicides in the

цукрових буряків залежно від комплексного застосування мікродобрив та фунгіцидів в умовах Правобережної частини Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2014. 20 с.

8. Abbas M. S., Mohamed H. S., Shahba M. A. New Approach to Utilize Nano-Micronutrients in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* / Misra V., Srivastava S., Mall A. K. (eds). Singapore : Springer, 2022. P. 291–313. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_15.

9. Afeez B., Khanif Y. M., Saleem M. Role of zinc in plant nutrition. A review. *American journal of experimental Agriculture*. 2013.No 3. P. 374–391.

10. Artyszak A., Gozdowski D., Kucińska K. Effect of foliar fertilization with silicon on the chosen physiological features and yield of sugar beet. *Fragmenta Agronomica*. 2016. No 33 (2). P. 7–14.

11. Assessment of the physiological responses to drought in different sugar beet genotypes in connection with their genetic distance / D. Choluş et al. *J. Plant Physiol.* 2014. No 171. P. 1221–1230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.04.016>.

12. Barlóg P., Nowacka A., Błaszczak R. Effect of zinc band application on sugar beet yield, quality and nutrient uptake. *Plant Soil Environ.* 2016. No 62. P. 30–35. DOI: [10.17221/677/2015-PSE](https://doi.org/10.17221/677/2015-PSE).

13. Bhat S. A., Singh J., Vig A. P. Vermistabilization of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) waste produced from sugar factory using earthworm *Eisenia fetida*: Genotoxic assessment by *Allium cepa* test. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22. P. 11236–11254. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4302-4>.

14. Biochemistry and cell ultrastructure changes during senescence of *Beta vulgaris* L. leaf / A. K. Romanova et al. *Protoplasma*. 2016. No 253. P. 719–727. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00709-015-0923-1>.

15. Calcium and zinc mediated growth and physio-biochemical changes in mungbean grown under saline conditions

of the Right-Bank part of the Forest-Steppe of Ukraine : autoref. thesis for obtaining sciences candidate degree agric. sciences : spec. 06.01.09 “Crop production” / NAAS, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet. Kyiv, 2014. 20 p.

8. Abbas M. S., Mohamed H. S., Shahba M. A. New Approach to Utilize Nano-Micronutrients in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* / Misra V., Srivastava S., Mall A. K. (eds). Singapore : Springer, 2022. P. 291–313. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_15.

9. Afeez B., Khanif Y. M., Saleem M. Role of zinc in plant nutrition. A review. *American journal of experimental Agriculture*. 2013.No 3. P. 374–391.

10. Artyszak A., Gozdowski D., Kucińska K. Effect of foliar fertilization with silicon on the chosen physiological features and yield of sugar beet. *Fragmenta Agronomica*. 2016. No 33 (2). P. 7–14.

11. Assessment of the physiological responses to drought in different sugar beet genotypes in connection with their genetic distance / D. Choluş et al. *J. Plant Physiol.* 2014. No 171. P. 1221–1230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.04.016>.

12. Barlóg P., Nowacka A., Błaszczak R. Effect of zinc band application on sugar beet yield, quality and nutrient uptake. *Plant Soil Environ.* 2016. No 62. P. 30–35. DOI: [10.17221/677/2015-PSE](https://doi.org/10.17221/677/2015-PSE).

13. Bhat S. A., Singh J., Vig A. P. Vermistabilization of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) waste produced from sugar factory using earthworm *Eisenia fetida*: Genotoxic assessment by *Allium cepa* test. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22. P. 11236–11254. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4302-4>.

14. Biochemistry and cell ultrastructure changes during senescence of *Beta vulgaris* L. leaf / A. K. Romanova et al. *Protoplasma*. 2016. No 253. P. 719–727. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00709-015-0923-1>.

15. Calcium and zinc mediated growth and physio-biochemical changes in mungbean grown under saline conditions

- / M. Y. Ashraf et al. *J. Plant Nutr.* 2020. No 43. P. 512–525. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1685098>.
16. Coombs J., Hall D. O., Long S. P. Techniques in bioproductivity and photosynthesis. Pergamon press, 1985. 324 p.
17. Duraisam R., Salelgn K., Berekete A. K. Production of beet sugar and bioethanol from sugar beet and its bagasse: a review. *Int. J. Eng. Trends Technol.* 2017. No 43. P. 222–233.
18. Economic efficiency of sugar beet production / T. N. Lubova et al. *Journal of Engineering and Applied Sciences.* 2018. No 13 (8). P. 6565–6569. DOI: 10.36478/jeasci.2018.6565.6569.
19. Effect of boron deficiency on the photosynthetic performance of sugar beet cultivars with contrasting boron efficiencies / X. Song et al. *Frontiers in Plant Science.* 2022. No 13. 1101171. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1101171>.
20. Effect of differentiated foliar fertilization on chosen physiological features of sugar beet / A. Artyszak et al. *Fragmenta Agronomica.* 2018. No 35 (1). P. 7–16. DOI: 10.26374/fa.2018.35.01.
21. Effect of Fungicide Protection of Sugar Beet Leaves (*Beta vulgaris* L.): Results of Many Years Experiments / I. Jaskulska et al. *Agronomy.* 2023. No 13 (2). 346. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020346>.
22. Exogenous micronutrients modulate morpho-physiological attributes, yield, and sugar quality in two salt-stressed sugar beet cultivars / T. A. Abd El-Mageed et al. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 2021. No 21. P. 1421–1436. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00450-y>.
23. Feizi M., Fallahzade J., Noorshargh P. Sugar beet yield response to different levels of saline irrigation water and leaching in an arid region. *J. Plant Nutr.* 2018. No 41. P. 654–663. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1415353>.
24. Ghazy N., Shahin A. A., Mustafa F. A. Effect of Some Mineral Elements on the Yield, Sugar Contents and Improving Resistance to Cercospora Leaf Spot of Sugar Beet. Environment. *Biodiversity and Soil Security.* 2020. No 43. P. 512–525. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1685098>.
16. Coombs J., Hall D. O., Long S. P. Techniques in bioproductivity and photosynthesis. Pergamon press, 1985. 324 p.
17. Duraisam R., Salelgn K., Berekete A. K. Production of beet sugar and bioethanol from sugar beet and its bagasse: a review. *Int. J. Eng. Trends Technol.* 2017. No 43. P. 222–233.
18. Economic efficiency of sugar beet production / T. N. Lubova et al. *Journal of Engineering and Applied Sciences.* 2018. No 13 (8). P. 6565–6569. DOI: 10.36478/jeasci.2018.6565.6569.
19. Effect of boron deficiency on the photosynthetic performance of sugar beet cultivars with contrasting boron efficiencies / X. Song et al. *Frontiers in Plant Science.* 2022. No 13. 1101171. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1101171>.
20. Effect of differentiated foliar fertilization on chosen physiological features of sugar beet / A. Artyszak et al. *Fragmenta Agronomica.* 2018. No 35 (1). P. 7–16. DOI: 10.26374/fa.2018.35.01.
21. Effect of Fungicide Protection of Sugar Beet Leaves (*Beta vulgaris* L.): Results of Many Years Experiments / I. Jaskulska et al. *Agronomy.* 2023. No 13 (2). 346. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020346>.
22. Exogenous micronutrients modulate morpho-physiological attributes, yield, and sugar quality in two salt-stressed sugar beet cultivars / T. A. Abd El-Mageed et al. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 2021. No 21. P. 1421–1436. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00450-y>.
23. Feizi M., Fallahzade J., Noorshargh P. Sugar beet yield response to different levels of saline irrigation water and leaching in an arid region. *J. Plant Nutr.* 2018. No 41. P. 654–663. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1415353>.
24. Ghazy N., Shahin A. A., Mustafa F. A. Effect of Some Mineral Elements on the Yield, Sugar Contents and Improving

2020. Vol. 4. P. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.21608/jenvbs.2020.28240.1090>.
25. Grzebisz W. Crop response to magnesium fertilization as affected by nitrogen supply. *Plant and Soil*. 2013. Vol. 368. P. 23–39. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1574-z>.
26. Hoffmann C. M., Koch H. J., Märkländer B. Sugar beet. *Crop Physiology – Case Histories for Major Crops* / Sadras V. O., Calderini D. F., Eds. San Diego, CA, USA : Elsevier Inc., 2020. P. 635–674.
27. Impact of climatic variables on carbon content in sugar beet root / L. F. Sánchez-Sastre et al. *Agronomy*. 2018. No 8. 147. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy8080147>.
28. Impact of seed stimulation and foliar fertilization with microelements on changes in the chemical composition and productivity of sugar beet / U. Prošba-Białczyk et al. *Journal of Elementology*. 2017. No 22 (4). P. 1525–1535. DOI: <https://doi.org/10.5601/jelem.2017.22.1.1408>.
29. Impact of Superabsorbent Polymers and Variety on Yield, Quality and Physiological Parameters of the Sugar Beet (*Beta vulgaris* prov. Altissima Doell) / V. Pačuta et al. *Plants*. 2021. No 10 (4). 757. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10040757>.
30. Karlsson Green K., Stenberg J. A., Lankinen A. Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. *Evol. Appl.* 2020. No 13. P. 1791–1805. DOI: <https://doi.org/10.1111/eva.13067>.
31. Leaf, canopy and agronomic water use efficiency of field grown sugar beet in response to potassium fertilization / B. Jákli et al. *J. Agron. Crop Sci.* 2018. No 204. P. 99–110. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12239>.
32. Living to die and dying to live: The survival strategy behind leaf senescence / J. H. M. Schippers et al. *Plant Physiol.* 2015. No 169. P. 914–930. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.15.00498>.
33. Mekki B. B. Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to foliar application with urea, zinc and manganese in newly reclaimed sandy soil. *Am.-Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 2014. No 2020. Vol. 4. P. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.21608/jenvbs.2020.28240.1090>.
25. Grzebisz W. Crop response to magnesium fertilization as affected by nitrogen supply. *Plant and Soil*. 2013. Vol. 368. P. 23–39. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1574-z>.
26. Hoffmann C. M., Koch H. J., Märkländer B. Sugar beet. *Crop Physiology – Case Histories for Major Crops* / Sadras V. O., Calderini D. F., Eds. San Diego, CA, USA : Elsevier Inc., 2020. P. 635–674.
27. Impact of climatic variables on carbon content in sugar beet root / L. F. Sánchez-Sastre et al. *Agronomy*. 2018. No 8. 147. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy8080147>.
28. Impact of seed stimulation and foliar fertilization with microelements on changes in the chemical composition and productivity of sugar beet / U. Prošba-Białczyk et al. *Journal of Elementology*. 2017. No 22 (4). P. 1525–1535. DOI: <https://doi.org/10.5601/jelem.2017.22.1.1408>.
29. Impact of Superabsorbent Polymers and Variety on Yield, Quality and Physiological Parameters of the Sugar Beet (*Beta vulgaris* prov. Altissima Doell) / V. Pačuta et al. *Plants*. 2021. No 10 (4). 757. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10040757>.
30. Karlsson Green K., Stenberg J. A., Lankinen A. Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. *Evol. Appl.* 2020. No 13. P. 1791–1805. DOI: <https://doi.org/10.1111/eva.13067>.
31. Leaf, canopy and agronomic water use efficiency of field grown sugar beet in response to potassium fertilization / B. Jákli et al. *J. Agron. Crop Sci.* 2018. No 204. P. 99–110. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12239>.
32. Living to die and dying to live: The survival strategy behind leaf senescence / J. H. M. Schippers et al. *Plant Physiol.* 2015. No 169. P. 914–930. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.15.00498>.
33. Mekki B. B. Root yield and quality

14. P. 800–806.

34. Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective / D. K. Tripathi et al. *Acta Physiol. Plant.* 2015. No 37. P. 139–153. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1870-3>.

35. Monitoring of sugar beet growth indicators using wide-dynamic-range vegetation index (WDRVI) derived from UAV multispectral images / Y. Cao et al. *Comput. Electron. Agric.* 2020. No 171. 105331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105331>.

36. Pathak A. D., Kapur R., Solomon S. Sugar Beet: A Historical Perspective in Indian Context. *Sugar Tech.* 2014. No 16. P. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-014-0304-7>.

37. Quantity and Quality Changes in Sugar Beet (*Beta vulgaris* Provar. Altissima Doel) Induced by Different Sources of Biostimulants / M. Rašovský et al. *Plants.* 2022. No 11. 2222. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11172222>.

38. Sensitivity of *Cercospora beticola* to fungicides in Slovakia / K. Hudec et al. *Acta Fytotech. Zootech.* 2020. No 23. P. 147–154. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2020.23.03.147-154>.

39. Shehzad M. A., Maqsood M. Integrated nitrogen and boron fertilization improves the productivity and oil quality of sunflower grown in a calcareous soil. *Turk. J. Field Crops.* 2015. No 20 (2). P. 213–222. DOI: <https://doi.org/10.17557/tjfc.83107>.

40. Sugar beet fertilisation for sustainable yield under climate change conditions / V. Ivanina et al. *Zemdirbyste-Agriculture.* 2021. No 108 (4). P. 355–362. DOI: 10.13080/z-a.2021.108.045.

41. Sugar beet pulp: Resurgence and trailblazing journey towards a circular bioeconomy / A. K. Rana et al. *Fuel.* 2022. No 312. 122953. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122953>.

42. Sugar Beet Root Yield and Quality with Leaf Seasonal Dynamics in Relation to Planting Densities and Nitrogen Fertilization / I. Varga et al. *Agriculture.* 2021. No 11. 407. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11050407>.

of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to foliar application with urea, zinc and manganese in newly reclaimed sandy soil. *Am.-Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 2014. No 14. P. 800–806.

34. Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective / D. K. Tripathi et al. *Acta Physiol. Plant.* 2015. No 37. P. 139–153. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1870-3>.

35. Monitoring of sugar beet growth indicators using wide-dynamic-range vegetation index (WDRVI) derived from UAV multispectral images / Y. Cao et al. *Comput. Electron. Agric.* 2020. No 171. 105331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105331>.

36. Pathak A. D., Kapur R., Solomon S. Sugar Beet: A Historical Perspective in Indian Context. *Sugar Tech.* 2014. No 16. P. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-014-0304-7>.

37. Quantity and Quality Changes in Sugar Beet (*Beta vulgaris* Provar. Altissima Doel) Induced by Different Sources of Biostimulants / M. Rašovský et al. *Plants.* 2022. No 11. 2222. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11172222>.

38. Sensitivity of *Cercospora beticola* to fungicides in Slovakia / K. Hudec et al. *Acta Fytotech. Zootech.* 2020. No 23. P. 147–154. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2020.23.03.147-154>.

39. Shehzad M. A., Maqsood M. Integrated nitrogen and boron fertilization improves the productivity and oil quality of sunflower grown in a calcareous soil. *Turk. J. Field Crops.* 2015. No 20 (2). P. 213–222. DOI: <https://doi.org/10.17557/tjfc.83107>.

40. Sugar beet fertilisation for sustainable yield under climate change conditions / V. Ivanina et al. *Zemdirbyste-Agriculture.* 2021. No 108 (4). P. 355–362. DOI: 10.13080/z-a.2021.108.045.

41. Sugar beet pulp: Resurgence and trailblazing journey towards a circular bioeconomy / A. K. Rana et al. *Fuel.* 2022. No 312. 122953. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122953>.

42. Sugar Beet Root Yield and Quality

43. Sustainability of the sugar beet crop / P. Stevanato et al. *Sugar Tech.* 2019. No 21. P. 703–716. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00734-9>.

44. Sustainable development of the agricultural bio-economy / N. Jordan et al. *Science.* 2007. No 316. P. 1570–1571. DOI: 10.1126/science.1141700.

45. Tsialtas J. T., Baxevanos D., Maslaris N. Chlorophyll meter readings, leaf area index, and their stability as assessments of yield and quality in sugar beet cultivars grown in two contrasting environments. *Crop Sci.* 2014. No 54. P. 265–273. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.03.0186>.

with Leaf Seasonal Dynamics in Relation to Planting Densities and Nitrogen Fertilization / I. Varga et al. *Agriculture.* 2021. No 11. 407. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11050407>.

43. Sustainability of the sugar beet crop / P. Stevanato et al. *Sugar Tech.* 2019. No 21. P. 703–716. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00734-9>.

44. Sustainable development of the agricultural bio-economy / N. Jordan et al. *Science.* 2007. No 316. P. 1570–1571. DOI: 10.1126/science.1141700.

45. Tsialtas J. T., Baxevanos D., Maslaris N. Chlorophyll meter readings, leaf area index, and their stability as assessments of yield and quality in sugar beet cultivars grown in two contrasting environments. *Crop Sci.* 2014. No 54. P. 265–273. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.03.0186>.

Отримано 29 травня 2023 р.
Погоджено до друку 4 липня 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-9

УДК 633.2.031

**С. І. СМЕТАНА, Л. М. БУГРИН, У. О. ІЛЬЧИНЯК, кандидати с.-г. наук
Д. Л. ПУКАЛО, науковий співробітник**

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл.,
81115, e-mail: sergijsmetana@gmail.com

ПОЖИВНІСТЬ СІЯНИХ ТРАВСТОЇВ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА РЕЖИМУ ВИКОРИСТАННЯ

На сучасному етапі розвитку сільського господарства України зниження обсягів виробництва молока і м'яса в реформованих господарствах усіх організаційно-правових форм найбільшим чином пов'язане з високою енергоємністю виробництва кормів та незбалансованістю їх за основними органічними речовинами, насамперед значним дефіцитом перетравного протеїну.

Серед чинників, що впливають на конкурентоспроможність виробництва тваринницької продукції, провідна роль належить кормам, отриманим із сінокосів та пасовищ.

Лучні травостої можуть рости на ґрунтах за умови достатньої кількості поживних речовин у легкодоступній формі. Якщо їх у ґрунті не вистачає, то найкращі за кормовими якістьми трави випадають, а на їх місце з'являються менш цінні. Основою фітоценозу є конкуренція видів рослин, яка приводить до виживання і сильного розмноження одних видів внаслідок пригнічення й загибелі інших.

Особливої актуальності набуває вивчення видових і сортових особливостей багаторічних бобових і злакових трав, їх реакції на агроєкологічні умови вирощування та виявлення основних закономірностей формування агрофітоценозів й розробка ефективних прийомів управління їх продуктивністю на основі удосконалення видового складу травосумішок, доз мінеральних добрив, режимів використання травостоїв та прийомів інтенсифікації біологічної азотфіксації в агрофітоценозах з бобовими і злаковими травами.

Польові дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик польових дослідів. Агротехніка на дослідних ділянках загальноприйнята. Досліди закладено на сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах.

Наведено результати досліджень з вивчення впливу мінерального добрива та режиму використання на формування кормової продуктивності сіяного бобово-злакового травостою.

Обґрунтовано потребу добору багаторічних бобових трав та бобово-злакових травосумішок для ліквідації дефіциту білка, який склався в системах кормовиробництва.

© Сметана С. І., Бугрин Л. М.,
Ільчиняк У. О., Пукало Д. Л., 2023

Поживна цінність трав'яного корму обумовлена його хімічним складом і співвідношенням між поживними речовинами й окремими мінеральними елементами.

На травості найнижчий вихід кормових одиниць відзначено на контрольному варіанті (3,9–4,6 т/га). Внесення фосфорно-калійних добрив забезпечило 19–31 % приросту кормових одиниць та 6–9 % – перетравного протеїну. Найвищі збори кормових одиниць (7,1 т/га) та перетравного протеїну (0,8 т/га) відзначено за максимальної дози добрив.

Ключові слова: насіння, мінеральні добрива, кормова одиниця, поживність, врожайність, сінокіс.

Serhii Smetana, Liubomyr Buhryn, Uliana Ilchyniak, Danylo Pukalo

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

The nutrition of sowed grass stands depending from the fertilizer and the mode of use

At the current stage of the development of agriculture in Ukraine, the decrease in the growth of milk and meat production in reformed farms of all forms of ownership is largely related to the high energy intensity of feed production and their imbalance in terms of basic organic substances, first of all, a significant deficit of digestible protein in feed.

Among the factors affecting the competitiveness of livestock production, the leading role belongs to fodder obtained from hayfields and pastures.

Meadow grasses can grow on soils provided there is a sufficient amount of nutrients in an easily accessible form. If there is not enough of them in the soil, then the grasses with the best fodder qualities fall out, and less valuable ones appear in their place. The basis of phytocenosis is the competition of plant species, which leads to the survival and strong reproduction of some species due to suppression and the deaths of others.

The study of species and varietal characteristics of perennial legumes and grasses, their reaction to agro-ecological conditions of cultivation and the identification of the main regularities of the formation of agrophytocenoses and the development of effective methods of managing their productivity on the basis of improving the species composition of grass mixtures, doses of mineral fertilizers, regimes of using grass stands and methods of intensification of biological nitrogen fixation in agrophytocenoses with legumes and grasses become especially relevant.

Field research was conducted in accordance with generally accepted methods of field research. Agricultural technology on experimental sites is generally accepted. Experiments were based on gray forestal light-loamy soils.

The results of studies on the influence of mineral fertilizers and the mode of use on the formation of fodder productivity of sown legume-grass herbage are given.

The necessity of selecting perennial leguminous and legume-grass mixtures to eliminate the protein deficit that has developed in fodder production systems is substantiated.

The nutritional value of grass feed is determined by its chemical composition and the ratio between nutrients and individual mineral elements.

The lowest output of fodder units was noted on the control variant and amounted to 3.9–4.6 t/ha. The introduction of phosphorus-potassium fertilizers

ensured a 19–31 % increase in feed units and a 6–9 % increase in digestible protein. The highest collection of fodder units (7.1 t/ha) and digestible protein (0.8 t/ha) was noted at the maximum dose of fertilizers.

Keywords: seeds, mineral fertilizers, fodder unit, nutrition, yield, hay.

Вступ. Сучасний рівень кормовиробництва в Україні не задовольняє потреби тваринництва. Дефіцит рослинного протеїну, за даними Мінагропрому, щорічно становить 2–3 млн т [1–4].

Розвиток тваринництва залежний від якісного виробництва кормів. У структурі природних кормових угідь України виділяють сінокоси (сільськогосподарські угіддя, які систематично використовують для заготівлі сіна) і пасовища (сільськогосподарські угіддя, які систематично використовують для випасу тварин, а також інші земельні ділянки, придатні для випасу худоби). Вони нерівномірно розподілені по території країни як за площею, так і умовами їх місцезростання, способами використання і виробничого потенціалу [5, 6, 15, 21].

При організації кормової бази для сільськогосподарських тварин особлива увага належить поліпшенню якості кормів, підвищенню вмісту в них протеїну, незамінних амінокислот та інших поживних речовин. Вимоги, яким має відповідати сіно, відображено у ДСТУ 4674:2006. Сіножаті і пасовища є основним джерелом високоякісних і дешевих кормів для тваринництва. Сіно залишається одним із основних кормів у раціонах тварин, оскільки сприяє нормальній роботі шлунка й кишечника. Це єдиний із грубих кормів, що містить вітамін D, який регулює мінеральний обмін в організмі тварин [11, 13, 20].

Встановлено, що корми злакових та бобово-злакових травостоїв містять до 30 % клітковини, і її кількість залежить від ботанічного складу, удобрення та строків скошування [9, 14, 26, 27].

Важливий вплив на якість корму мають види трав лучного фітоценозу, тому для забезпечення високої якості вирішальну роль відіграє підбір трав для створення нових агрофітоценозів [16, 17, 22, 23]. Травостої, до складу яких входять більш облиствені низові трави або верхові із приземною облиственістю, містять на 19–38 % більше листя, краще забезпечені поживними речовинами й мають більшу енергонасиченість. Неоднаковий вміст поживних речовин виявлено і в окремих органах рослин [5].

Дуже важливою ланкою в створенні високопродуктивних бобово-злакових травосумішок є правильний вибір трав [6, 15, 22, 24, 30]. Доведено, що правильно підібрані бобово-злакові травосумішки протягом багатьох років забезпечуватимуть стійкі врожаї високопоживного корму й менше залежатимуть від несприятливих

умов погоди. Травостій багаторічних бобово-злакових посівів має бути високопоживним, продуктивним багато років, містити всі потрібні поживні речовини, вітаміни, макро- й мікроелементи в оптимальному співвідношенні [2, 7, 10, 12, 19].

Слід враховувати біологічні особливості трав, їхню врожайність, поживність, темпи росту, довговічність, посухо- й зимостійкість, ґрунтово-кліматичні умови регіону [6, 8, 15, 20, 25].

Для створення сіяних бобово-злакових травосумішок у зоні Полісся та Лісостепу доцільно обирати такі інтенсивні види: із злакових – кострицю лучну й очеретяну, грястицю збірну, пажитницю багаторічну, райграс високий, мітлицю велетенську, лисохвіст високий, тимофіївку лучну, пирій безкореневищний, а з бобових – конюшину лучну, рожеву, лядвенець рогатий, еспарцет посівний, люцерну посівну [16, 18, 28–30]. Важливим елементом регулювання якості корму є строки скошування трав. Зміна поживності багаторічних трав у процесі їх старіння характеризується таким чином: у період досягання насіння в рослинах зберігається 35–45 % протеїну від початкового рівня, а вміст клітковини, навпаки, збільшується в 1,8–2,2 рази [10]. Водночас зменшується коефіцієнт перетравності відповідно до фаз розвитку: колосіння – 95–90 %, цвітіння – 90–85 %, плодоношення – 85–80 % і засихання – 70–60 % [9].

Матеріали і методи. Польові досліді проводили згідно із загальноприйнятими методиками у відділі кормовиробництва на експериментальній базі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (Лісостеп Західний). Досліді закладено на сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах з такими агрохімічними показниками в горизонті 0–20 см: рН – 5,1, вмістом гумусу – 2,1 % та низьким вмістом азоту (99,7 мг/кг ґрунту), середнім вмістом рухомого фосфору (68,0 мг/кг ґрунту).

Мінеральне підживлення проводили згідно зі схемою досліді: суперфосфат (P_2O_5) 20 % д. р. та калімагнезійу (K_2O) 24,6 % д. р. вносили з осені, а азот у формі аміачної селітри (NH_4NO_3 – 34,4 % д. р.) – рано навесні до початку вегетації травостою.

Повний зоотехнічний аналіз корму здійснювали у зразках, відібраних під час збирання врожаю, висушених на повітрі та перемелених. Хімічні аналізи корму проводили за загальноприйнятими методиками, а саме: загальний азот – за К'ельдалем (ДСТУ ISO 5983-2003); білковий азот – за методом Бернштейна; сирий жир – за масою знежиреного сухого залишку аналізованого матеріалу (за способом Рушковського) (ДСТУ ISO 6492-2003); клітковина – шляхом лужного і кислотного гідролізу за Геннебергом і Штоманом (ДСТУ ISO 6865-2004); БЕР (безазотисті екстрактивні речовини) – розрахунковим

методом (різниця між 100 % і сумою поживних речовин: протеїн, жир, клітковина, зола). Обробку та узагальнення результатів досліджень проводили за допомогою програми Microsoft Excel. Одержані дані обробляли методом дисперсійного та кореляційного аналізу за В. О. Ушкаренком та ін. [19].

Результати та обговорення. Сівбу багаторічних бобових та бобово-злакових сумішей проведено 6 травня 2016 р. Поживна цінність трав'яного корму обумовлена його хімічним складом і співвідношенням між поживними речовинами й окремими мінеральними елементами. Найнижчі якісні показники корму як у першому, так і другому укосах відзначено у неудобреному травостої.

Найнижчий вихід кормових одиниць відзначено на контрольному варіанті (3,9–4,6 т/га) (табл. 1).

Внесення фосфорно-калійних добрив забезпечило 19–31 % приросту кормових одиниць та 6–9 % – перетравного протеїну.

Найвищі збори кормових одиниць (7,1 т/га) та перетравного протеїну (0,8 т/га) відзначено за максимальної дози добрив.

1. Поживність лучного корму бобово-злакового травостою залежно від удобрення та строків скошування трав (середнє за 2016–2020 рр.)

Варіанти		Кормові одиниці			Перетравний протеїн			
		Вихід, т/га	Приріст		Вихід, т/га	Приріст		
			т/га	%		т/га	%	
1		2	3	4	5	6	7	
Двохукісне	1	контроль	4,5	-	-	0,35	-	-
		P ₆₀ K ₉₀	5,4	0,9	21	0,42	0,1	19
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	6,2	1,7	39	0,64	0,3	82
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	6,6	2,2	49	0,72	0,4	103
	2	контроль	3,9	-	-	0,51	-	-
		P ₆₀ K ₉₀	5,5	1,7	43	0,55	0,0	7
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	6,3	2,5	63	0,68	0,2	32
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	7,1	3,2	82	0,80	0,3	55
	3	контроль	4,1	-	-	0,50	-	-
		P ₆₀ K ₉₀	5,3	1,2	31	0,54	0,0	9
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	6,3	2,3	56	0,71	0,2	42
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	6,9	2,8	70	0,73	0,2	46

		1	2	3	4	5	6	7
Трьохукісне	1	контроль	4,6	–	–	0,31	–	–
		P ₆₀ K ₉₀	5,4	0,9	19	0,36	0,0	15
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	6,2	1,6	36	0,54	0,2	73
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	6,5	2,0	44	0,64	0,3	106
	2	контроль	4,2	–	–	0,45	–	–
		P ₆₀ K ₉₀	5,6	1,4	35	0,48	0,0	7
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	6,2	2,0	49	0,57	0,1	28
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	6,7	2,6	62	0,66	0,2	47
	3	контроль	4,0	–	–	0,42	–	–
		P ₆₀ K ₉₀	5,2	1,3	31	0,45	0,0	6
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	6,1	2,1	54	0,58	0,2	36
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	6,7	2,7	68	0,62	0,2	46

Поряд із підвищенням урожайності лучних угідь, створенням оптимальних умов для росту трав'яних фітоценозів важливе значення має одержання корму високої якості.

Серед ботанічних груп бобові трави є незамінним джерелом кормового протеїну. На сьогодні вони є культурами для вирішення проблеми білкового дефіциту в польовому та лучному кормовиробництві. Введення у травосумішки бобових видів, а саме конюшини лучної, сприяє збільшенню вмісту в сухій масі сирого протеїну до 14–18 %, або в 1,1–1,3 рази підвищує його порівняно зі злаковим травостоєм [19].

У наших дослідженнях вміст органічної речовини в кормі лучного агрофітоценозу залежав від мінерального живлення, доз азотного удобрення і їх розподілу за укусами (табл. 2).

Найнижчі якісні показники корму як при двоухукісному, так і трьохукісному використанні відзначено у неудобреному травостої, який внаслідок дефіциту мінерального живлення повільно формував зелену масу, що зумовило накопичення в сухій масі 15,8–16,1 % сирого протеїну та 14,4–13,4 % білка. За використання фосфорних та калійних добрив вміст сирого протеїну зріс на 1,2 % при двоухукісному та на 0,3 % у трьохукісному використанні.

Помітне підвищення вмісту сирого протеїну, білка та жиру відзначено за використання азотних добрив. За внесення 45 кг/га діючої речовини азоту вміст протеїну при двоухукісному використанні становив 18,9 %, а при трьохукісному – 18,2 %.

2. Вміст органічної речовини в кормі бобово-злакового травостою залежно від удобрення та строків скошування трав, % до сухої маси (середнє за 2016–2020 рр.)

	№ тр.	Удобрення	Сирі речовини				БЕР
			протеїн	білок	кліткови- вина	жир	
Двохукісне	1	контроль	10,8	7,8	28,1	2,8	48,5
		P ₆₀ K ₉₀	10,4	7,4	29,4	2,9	45,4
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	14,9	10,9	29,1	3,7	42,3
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	14,7	10,6	29,8	3,2	40,7
	2	контроль	16,1	14,4	27,4	3,6	40,3
		P ₆₀ K ₉₀	17,3	12,5	28,2	3,2	42,1
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	17,9	11,4	27,2	3,0	44,2
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	18,9	14,0	28,6	3,5	40,3
	3	контроль	15,8	14,3	26,5	3,6	41,5
		P ₆₀ K ₉₀	17,0	12,4	26,1	3,4	44,3
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	17,9	14,0	24,4	3,2	45,1
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	18,8	11,2	28,2	3,0	43,8
Трьохукісне	1	контроль	16,9	12,2	26,8	3,4	43,4
		P ₆₀ K ₉₀	16,7	13,6	26,2	3,6	42,8
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	17,2	12,9	26,3	3,4	42,9
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	17,6	11,7	28,4	3,1	42,4
	2	контроль	16,1	13,4	26,1	3,7	43,2
		P ₆₀ K ₉₀	16,4	11,9	26,5	3,1	44,6
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	17,4	12,1	26,5	3,2	44,4
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	18,2	14,2	26,1	3,7	42,8
	3	контроль	15,8	14,3	26,5	3,6	41,5
		P ₆₀ K ₉₀	17,0	12,4	26,1	3,4	44,3
		N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	17,9	14,0	24,4	3,2	45,1
		N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ (N ₃₀ + N ₁₅)	18,8	11,2	28,2	3,0	43,8

Підвищення доз азотних добрив сприяло збільшенню вмісту сирого протеїну та білка. Так, найвищим рівнем цих показників відзначався корм травостоїв, які удобрювали повним мінеральним добривом у дозі N₄₅P₆₀K₉₀.

Вміст сирової клітковини в кормі бобово-злакового травостою коливався в межах від 26,5 до 28,1 % при двохукісному використанні неудобреного травостою. Жир кормів – це найбільш концентроване джерело енергії для тварин, його енергетична цінність в 2,25 разу вища, ніж у вуглеводів. Корм бобово-злакового травостою характеризувався високим вмістом жиру (2,8–3,6 %), частка якого зростала із кожним наступним укосом. Найвищий вміст сирого жиру зафіксовано у кормі при внесенні $P_{60}K_{90}$. Високими показниками вмісту сирого жиру (3,5 %) характеризувався корм другого травостою, який скошували двічі. Органічні речовини, які не належать до сирової клітковини, сирого жиру і сирого протеїну (цукри, крохмаль, легкорозчинні компоненти, органічні кислоти, біологічно активні речовини, вітаміни, ферменти), входять до безазотистих екстрактивних речовин. У кормі бобово-злакового травостою їх частка в сухій речовині коливалася в межах 40,3–48,5 %.

За повного мінерального удобрення вміст протеїну підвищився до 15,8–18,8 %. Найвищий його рівень відзначено на варіантах, де вносили азот у дозі N_{45} – 18,9 % за двохукісного використання, 18,8 % за трьохукісного. На варіантах, де не вносили азот з весни, протеїну було нагромаджено на 1,6–3,0 % менше порівняно з удобренням.

Висновки. Найвищі показники якості кормової маси (18,8 % сирого протеїну, 14,4 % білка, 27,4 % сирової клітковини та 3,6 % жиру в сухій речовині) забезпечило трьохукісне використання травосумішки з пажитниці однорічної, грястиці збірної, пажитниці багаторічної, тимофіївки лучної, конюшини гібридної, лядвенцю рогатого за внесення повного мінерального удобрення в нормі $N_{45}P_{60}K_{90}$ з розподілом мінерального азоту $N_{30} + N_{15}$ під перший та другий укоси.

Список використаної літератури

1. Агроекобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолук та ін. Львів, 2013. 304 с.
2. Боговін А. В., Пташник М. М., Оксимець О. Л. Вплив способів відновлення лукопасовищних травостоїв на їхню продуктивність і якість корму. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 4. С. 123–130.
3. Ботанічний склад травостою залежно від обробітків ґрунту та удобрення / Я. І. Машак та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52 (I). С. 70–79.
4. Бугрин Л. М., Бугрин О. М. Кормова продуктивність пасовищного агроценозу залежно від удобрення та застосування

References

1. Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses / M. T. Yarmoliuk et al. Lviv, 2013. 304 p.
2. Bohovin A. V., Ptashnyk M. M., Oksymets O. L. Influence of methods of restoration of meadow grasslands on their productivity and forage quality. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2014. Issue 4. P. 123–130.
3. Botanical composition of the grass stand depending on soil cultivation and fertilization / Ya. I. Mashchak et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2010. Issue 52 (I). P. 70–79.
4. Buhryn L. M., Buhryn O. M. Forage productivity of pasture agroecosystem depending on fertilizer and application of

біопрепаратів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55 (2). С. 20–27.

5. Вплив довготривалого використання лучних агрофітоценозів на їх кормову продуктивність / Г. Я. Панахид та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56, ч. II. С. 56–62.

6. Вплив удобрення на продуктивність бобово-злакової травосумішки / В. О. Оліфірович та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 48–53.

7. Демидась Г. І., Пророченко С. С. Ботанічний склад та особливості формування люцерно-злакового травостою залежно від удобрення в умовах Правобережного Лісостепу. *Миронівський вісник*. 2018. № 7. С. 123–134.

8. Демидась Г. І., Пророченко С. С., Бурко Л. М. Щільність і висота багаторічних агрофітоценозів залежно від видового складу та удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 49–55.

9. Деякі аспекти теорії і практики кормовиробництва / О. І. Зінченко та ін. *Біоресурси і природокористування*. 2013. Т. 5, № 5/6. С. 47–56.

10. Кобиренко Ю. О. Продуктивність і якість корму відновленого за нульового обробітку ґрунту травостою. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 99–104.

11. Козяр О. М. Підбір однорічних і змішаних посівів багаторічних трав для створення високопродуктивних сіножатей в умовах Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2002. № 48. С. 216.

12. Кормова продуктивність сіяних травостойів залежно від складу травосумішок та удобрення / С. І. Сметана та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70, ч. 1. С. 23–33.

13. Кургак В. Г., Волошин В. М. Вплив удобрення та режимів використання на продуктивність різнотипних лучних травостойів. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2016. Вип. 3/4. С. 166–178.

biological products. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyntstvo*. 2013. Issue 55 (2). P. 20–27.

5. The effect of long-term use of meadow agrophytocenoses on their fodder productivity / H. Ya. Panakhyd et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyntstvo*. 2014. Issue 56 (II). P. 56–62.

6. The effect of fertilizer on the productivity of a legume-grass mixture / V. O. Olifirovych et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 11. P. 48–53.

7. Demydas H. I., Prorochenko S. S. Botanical composition and features of alfalfa-grass stand formation depending on fertilization in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Myronivskiy visnyk*. 2018. No. 7. P. 123–134.

8. Demydas H. I., Prorochenko S. S., Burko L. M. Density and height of perennial agrophytocenoses depending on species composition and fertilization. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. 2019. No. 105. P. 49–55.

9. Some aspects of the theory and practice of fodder production / O. I. Zinchenko et al. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2013. Vol. 5, No. 5/6. P. 47–56.

10. Kobyrenko Yu. O. Productivity and quality of fodder restored under zero tillage of the soil with a grass stand. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyntstvo*. 2015. Issue 57. P. 99–104.

11. Koziar O. M. Selection of single-species and mixed crops of perennial grasses to create highly productive hayfields in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2002. No 48. P. 216.

12. Fodder productivity of sown grass stands depending on the composition of grass mixtures and fertilizer / S. I. Smetana et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyntstvo*. 2021. Issue 70, part 1. P. 23–33.

13. Kurhak V. H., Voloshyn V. M. The influence of fertilizer and modes of use on the productivity of different types of meadow grass stands. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2016.

14. Марцінко Т. І. Вплив удобрення на продуктивність та ботаніко-господарський склад сіяних лучних агроценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (1). С. 135–145.
15. Машчак Я. І., Рудавська Н. М. Якість і поживність корму сіяних травостоїв при сінокоісному використанні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55, ч. 2. С. 81–85.
16. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) : навч. посіб. / Ушкарєнко В. О. та ін. Херсон : Гринь Д. С., 2018. 448 с.
17. Мойсєнко В. В. Наукові основи виробництва якісних кормів та ефективного використання луколасовищних угідь в умовах Полісся України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 269–278. (Серія Рослинництво, селекція та кормовиробництво).
18. Наукові та технологічні основи органічного луківництва / В. Г. Курґак та ін. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 11. С. 28–33.
19. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3. С. 13–17.
20. Петриченко В. Ф., Курґак В. Г. Культурні сіножаті та пасовища України. Київ : Аграрна наука, 2013. 432 с.
21. Стан і перспективи розвитку молочного скотарства України / М. І. Башєнко та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 54. С. 6–14.
22. Сукаїло М. В., Волошин В. М. Продуктивність бобово-злакових травостоїв на сірих лісових ґрунтах Лісостєпу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 142–148.
23. Технології вирощування кормових культур і луківництва. *Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні* / Курґак В. Г. та ін. ; за ред. Я. М. Гадзала і В. Ф. Камінського. Київ : Аграрна наука, 2016. С. 258–294.
24. Namacher M., Loges R., Taube F. Issue 3/4. P. 166–178.
14. Martsinko T. I. Influence of fertilizer on productivity and botanical and economic composition of sown meadow agrocenoses. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2020. Issue 68 (1). P. 135–145.
15. Mashchak Ya. I., Rudavska N. M. Quality and nutritional value of fodder of sown grass stands when used as a haystack. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2013. Issue 55, part 2. P. 81–85.
16. Methods of field experiment (irrigated agriculture) : navch. posib. / Ushkarenko V. O. et al. Kherson : Hrin D. S., 2018. 448 p.
17. Moisienko V. V. Scientific basis of production of high-quality fodder and effective use of meadow-pasture lands in the conditions of Polissia of Ukraine. *Visnyk ZhNAEU*. 2015. No. 2 (50), vol. 1. P. 269–278. (Plant production, selection and fodder production series).
18. Scientific and technological bases of organic meadow cultivation / V. H. Kurhak et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2019. No. 11. P. 28–33.
19. Olifirovych V. O. Productivity of perennial agrophytocenoses depending on the composition of grass mixtures and the mode of their use. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 3. P. 13–17.
20. Petrychenko V. F., Kurhak V. H. Cultural hayfields and pastures of Ukraine. Kyiv : Ahrarna nauka, 2013. 432 p.
21. The state and prospects of the development of dairy cattle breeding in Ukraine / M. I. Bashchenko et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 54. P. 6–14.
22. Sukailo M. V., Voloshyn V. M. Productivity of legume-grass stands on gray forestal soils of the Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovohto tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2014. Issue 3. P. 142–148.
23. Technologies for growing fodder crops and meadow cultivation. Scientific basis of production of organic products in Ukraine / V. H. Kurhak et al. ; under the editorship Ya. M. Hadzalo and V. F. Kaminskyi. Kyiv : Ahrarna nauka,

- Evaluation of fifteen leguminous and nonleguminous forage species to improve forage quality of temporary grasslands in northern Germany. *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. P. 263–265.
25. Implication of agricultural bioenergy crop production and prices in changing the land use paradigm – The case of Romania / A. J. Vasile et al. *Land Use Policy*. 2016. Vol. 50. P. 399–407.
26. Nilsdotter-Linde N., Halling M. A., Jansson J. Widening the harvest window with contrasting grass-clover mixtures. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. P. 191–193.
27. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe / Luscher A. et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228.
28. Silcock R. G., Finlay C. H. Perennial pastures for marginal farming country in southern Queensland. 1. Grass establishment techniques. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales*. 2015. Vol. 3, No 1. P. 1.
29. The relationship between phenological development of red clover and its feed quality in mixed swards / S. Nadeem et al. *Sustainable meat and milk production from grasslands* : Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland, 17–21 June, 2018. P. 69–71.
30. Tilvikiene V., Slepeliene A., Kadziulien Z. Effects of 5 years of digestate application on biomass production and quality of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). *Grass and Forage Science*. 2018. 73. P. 206–217.
2016. P. 258–294.
24. Hamacher M., Loges R., Taube F. Evaluation of fifteen leguminous and nonleguminous forage species to improve forage quality of temporary grasslands in northern Germany. *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. P. 263–265.
25. Implication of agricultural bioenergy crop production and prices in changing the land use paradigm – The case of Romania / A. J. Vasile et al. *Land Use Policy*. 2016. Vol. 50. P. 399–407.
26. Nilsdotter-Linde N., Halling M. A., Jansson J. Widening the harvest window with contrasting grass-clover mixtures. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy* : Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. P. 191–193.
27. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe / Luscher A. et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228.
28. Silcock R. G., Finlay C. H. Perennial pastures for marginal farming country in southern Queensland. 1. Grass establishment techniques. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales*. 2015. Vol. 3, No 1. P. 1.
29. The relationship between phenological development of red clover and its feed quality in mixed swards / S. Nadeem et al. *Sustainable meat and milk production from grasslands* : Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland, 17–21 June, 2018. P. 69–71.
30. Tilvikiene V., Slepeliene A., Kadziulien Z. Effects of 5 years of digestate application on biomass production and quality of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). *Grass and Forage Science*. 2018. 73. P. 206–217.

Отримано 13 березня 2023 р.
Погоджено до друку 3 липня 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-10

УДК 633.16:631.895:631.582

М. М. ЩЕРБА, науковий співробітник

О. Й. КАЧМАР, А. О. ДУБИЦЬКА, О. В. ВАВРИНОВИЧ, кандидати с.-г. наук

О. В. ТАРАВСЬКА, провідний фахівець

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

81115, e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

Досліджено водно-фізичний, поживний режим ґрунту, врожайність і якісні показники зерна ячменю ярого, фітосанітарний стан його посівів у різних видах сівозмін за інтенсивної й альтернативної систем удобрення. Встановлено, що в усіх експериментальних сівозмінах максимальну врожайність зерна (3,50–3,91 т/га) з перевищенням контролю на 1,44–1,58 т/га отримано в умовах використання безпосередньо під культуру $N_{60}P_{60}K_{60}$ і заорювання під попередники один раз за ротацію 40 т/га гною. Вищу врожайність формували рослини в зерно-просапній сівозміні з 50-відсотковим насиченням зерновими колосовими. У зерно-кормовій сівозміні, насиченій 75 % колосових, урожайність була нижчою на 10,5 %. Кращим попередником для ячменю ярого була картопля, після якої на контролі (без добрив) отримано на 0,10–0,27 т/га вищий врожай, ніж після пшениці озимої, а за використання орґано-мінеральних систем удобрення надвишок становив 0,17–0,41 т/га. Найвищу масу 1000 насінин ячменю ярого (40,7–43,3 г), натуру зерна (563–589 г/л), вміст білка (10,53–11,00 %) одержано на варіанті післядії гною (40 т/га) і безпосереднього застосування під культуру добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Зерно нижчої якості отримали на неудобрененому варіанті. Аналіз впливу попередника і виду сівозміни показав переваги в накопиченні білка (9,11 % на контролі) за вирощування ячменю ярого у плодозмінній сівозміні після попередника картопля.

У всі роки п'ятирічного періоду досліджень на час сходів ячменю ярого запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту були достатніми для росту і розвитку рослин. Залежно від виду сівозміни і попередників середні їх значення були в межах від 31,0 до 36,1 мм. Із глибиною відбору зразків ці показники зростали і в шарі 20–40 см становили 36,3–40,4 мм. Вищий рівень вологонагромадження забезпечували системи удобрення. В орному і підорному шарах ґрунту на варіантах альтернативної системи удобрення порівняно до контролю їх значення були вищими на 6,7 і 5,1 % у зерно-кормовій та на 6,8 і 6,3 % у плодозмінній сівозмінах, інтенсивної – відповідно на 11,1 і 8,9 % та на 9,6 і 8,0 %. З проходженням подальших фаз вегетації значення вологості ґрунту змінювалися залежно від випадання опадів,

© Щерба М. М., Качмар О. Й., Дубицька А. О.,
Вавриневич О. В., Таравська О. В., 2023

інтенсивності її використання культурами сівозмін та різних рівнів удобрення.

Щільність будови ґрунту під ячменем ярим збільшувалася протягом його вегетації й найнижчою була в початковий період розвитку. Зокрема в фазі сходів у шарі 0–10 см її середні значення змінювалися від 1,12 до 1,18 г/см³ у горизонті 10–20 та в межах 1,22–1,24 та 1,32–1,34 г/см³ у пласті 20–30 см. Застосування інтенсивної (гній + мінеральні добрива) і альтернативної (зелена маса післяжнивної редьки олійної + побічна продукція попередника + мінеральні добрива) систем удобрення стримувало процес ущільнення і забезпечувало у шарі ґрунту 0–10 см нижчі на 4,46–2,65 % значення об'ємної маси після пшениці озимої і на 3,5–1,72 % після картоплі порівняно до контролю без удобрення.

Поживний режим ґрунту в посівах ячменю ярого залежав від систем удобрення, виду сівозмін та попередника. Найвищий уміст лужногідролізного азоту (123,1–124,3 мг/кг ґрунту), рухомого фосфору (127,2–128,1 мг/кг ґрунту) й обмінного калію (112,8–114,4 мг/кг ґрунту) в орному шарі був у фазі сходів на варіанті використання 40 т/га гною під попередники в сівозміні і безпосереднього внесення під культуру мінерального удобрення в дозі N₆₀P₆₀K₆₀.

Збільшення в сівозміні питомої ваги колосових культур створювало умови до погіршення гербологічного стану посівів ячменю. Найвища забур'яненість культури (401 шт./м² бур'янів у фазі сходів, 330 шт./м² – колосіння, 91 шт./м² – повної стиглості) формувалася на варіанті контролю в зерно-кормовій сівозміні за насичення 75 % колосовими культурами. Застосування органо-мінеральних систем у сівозміні та їх мінеральної складової під ячмінь ярий сприяло зниженню кількості сегеталів у культурі та підвищувало її конкурентоспроможність.

Найвищу ураженість посівів ячменю ярого корневими гнилями (23,8 %), септоріозом колосу (14,1 %) та фузаріозом колосу (7,2 %) спостерігали після попередника пшениці озимої у зерно-кормовій сівозміні. Нижчий розвиток хвороб відзначено за вирощування культури після картоплі у плодозмінній та зерно-просапній сівозмінах.

Ключові слова: сівозміни, попередники, удобрення, ячмінь ярий, урожайність, продуктивна вологість, щільність ґрунту, поживний режим, забур'яненість, хвороби.

Mariia Shcherba, Oksana Kachmar, Anhelina Dubytska, Oksana Vavrynovych, Oksana Taravska

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Effect of fertilizer on formation of spring barley productivity in short rotation crop rotations

The water-physical and nutrient regimes of the soil, the yield and quality indicators of spring barley grain, the phytosanitary condition of its crops in different types of crop rotation under intensive and alternative fertilization systems were studied. It was found that in all experimental crop rotations, the maximum grain yield (3.50–3.91 t/ha) exceeding the control by 1.44–1.58 t/ha was obtained under conditions of use directly N₆₀P₆₀K₆₀ under the culture and plowing once per rotation of 40 t/ha of manure under the predecessors. Higher yield was formed by plants in

grain-row crop rotation with 50 percent saturation with grain ears. In the grain-forage crop rotation saturated with 75 % of grain crops, the productivity was lower by 10.5 %. The best predecessor for spring barley was potatoes, after which the yield was 0.10–0.27 t/ha higher in the control (without fertilizers) than after winter wheat, and with the introduction of organo-mineral fertilization systems the surplus was 0.17–0.41 t/ha. In spring barley grain, the highest mass of 1000 grains (40.7–43.3 g), grain nature (563–589 g/l), and protein content (10.53–11.00 %) were obtained in the manure aftertreatment option (40 t/ha) and direct application of fertilizers to the culture in the norm of $N_{60}P_{60}K_{60}$. Grain of lower quality was obtained on the unfertilized version. The analysis of the influence of the predecessor and the type of crop rotation showed advantages in the accumulation of protein (9.11 % in the control) for growing spring barley in a crop rotation after the predecessor potato.

In all years of the five-year research period, at the time of germination of spring barley, the reserves of productive moisture in the arable layer of the soil were sufficient for the growth and development of plants. Depending on the type of crop rotation and predecessors, their average values ranged from 31.0 to 36.1 mm. With the depth of sampling, these indicators increased and in the 20–40 cm layer amounted to 36.3–40.4 mm. Fertilizer systems provided a higher level of moisture accumulation. In the arable and sub-arable layers of the soil, on the variants of the alternative fertilization system, compared to the control, their values were higher by 6.7 and 5.1 % in grain fodder and by 6.8 and 6.3 % in crop rotation, on the variants of the intensive fertilization system by 11.1 and 8.9 % and by 9.6 and 8.0 % respectively. With the passage of subsequent phases of vegetation, soil moisture values changed depending on precipitation, the intensity of its use by crop rotations, and different levels of fertilization.

The density of the soil structure under spring barley increased during its growing season and was the lowest in the initial period of development. In particular, during the growth period in the 0–10 cm layer, its average values varied from 1.12 to 1.18 g/cm³ in the 10–20 horizon and within 1.22–1.24 and 1.32–1.34 g/cm³ in a 20–30 cm layer. The use of intensive (manure + mineral fertilizers) and alternative (green mass of post-harvest oil radish + precursor by-products + mineral fertilizers) fertilization systems restrained the compaction process and provided 4.46–2.65 % lower values of capacity after winter wheat and by 3.5–1.72 % after potatoes compared to the control without fertilizer.

The nutrient status of the soil in spring barley crops depended on fertilization systems, the type of crop rotation and the predecessor. The highest content of alkaline hydrolysed nitrogen (123.1–124.3 mg/kg soil), mobile phosphorus (127.2–128.1 mg/kg soil) and exchangeable potassium (112.8–114.4 mg/kg soil) in the arable layer was in the seedling phase on the option of using 40 t/ha of manure for predecessors in crop rotation and direct application of mineral fertilizer in a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ to the crop.

An increase in the specific weight of ear crops in crop rotation created conditions for the deterioration of the herbological condition of barley crops. The highest weediness of the crop (401 pcs of weeds per 1 m² in the seedling phase, 330 pcs/m² – earing phase, 91 pcs/m² – full maturity phase) was formed on the control option in the grain-forage rotation with saturation of 75 % ear crops. The use of

organo-mineral systems in crop rotation and their mineral component under spring barley helped to reduce the number of segetals in the culture and increased its competitiveness.

The highest incidence of spring barley crops with root rot (23.8 %), ear septoriosiis (14.1 %) and ear fusarium (7.2 %) was observed after the predecessor of winter wheat in grain-forage crop rotation. The lower development of diseases was noted for the cultivation of the crop after potatoes in crop and grain-row rotations.

Keywords: crop rotations, predecessors, fertilizers, spring barley, productivity, productive moisture, soil density, nutrient regime, weediness, diseases.

Вступ. Для вирішення проблеми збільшення і стабілізації виробництва зерна в Україні значну увагу приділяють підвищенню врожайності ячменю ярого, оскільки ця культура є стратегічно важливою і за посівними площами посідає третє місце після пшениці та кукурудзи. Ячмінь ярий – важлива продовольча, кормова та технічна культура. Зерно ячменю незамінне як сировина для пивоварної промисловості та кормовиробництва. За даними ФАО, з 130–150 млн т щорічних валових зборів ячменю 42–48 % використовують на промислову переробку, 16 % – на кормові цілі, 15 % – на харчові і 6–8 % – у пивоварінні [4, 5]. Поряд із кукурудзою ячмінь є одним із основних компонентів концентрованого корму в раціонах годівлі високопродуктивних сільськогосподарських тварин. Зерно ячменю ярого містить до 15 % білка, 75 % вуглеводів, 2 % жиру, до 3 % зольних елементів. В 1 кг зерна міститься 1,2 к. од. і 100 г перетравного протеїну. Важливо, що білок є повноцінним за амінокислотним складом, а за вмістом таких амінокислот, як лізин (5,5 г на 1 кг зерна), триптофан (1,7 г на 1 кг зерна), метіонін (2,0 г на 1 кг зерна) і цистин (1,9 г на 1 кг зерна) він переважає білок зерна всіх інших злакових культур [15, 28].

Ячмінь ярий є однією з найпоширеніших зернових культур у світі загалом і в Україні зокрема. За обсягами виробництва та експортування ячменю Україна входить до п'ятірки найпотужніших світових виробників цієї культури разом з Німеччиною, Канадою та Францією. Посівні площі ячменю, за даними ФАО, у світовому землеробстві становлять близько 80 млн га, що займає четверте місце серед хлібних злаків після пшениці, рису та кукурудзи. Найбільш поширений він у США, Канаді, Індії, Туреччині, Франції. Валовий збір зерна ячменю становить близько 160 млн т на рік, а частка України у світовому виробництві ячменю дорівнює 8 % [18, 19].

Розроблені раніше технології не давали можливості отримати високий рівень його врожайності з належними показниками якості і в умовах нових економічних відносин є низькорентабельними. У зв'язку з цим виникає потреба науково обґрунтувати агротехнічні основи

оптимізації технологій вирощування ячменю ярого на кормові цілі за інтенсивною технологією для підвищення продуктивності агрофітоценозів та стабілізації виробництва. Важливим резервом збільшення врожайності зерна та показників якості ячменю ярого є вирощування в науково обґрунтованих сівозмінах та застосування мінеральних і органічних добрив, які дадуть можливість найповніше реалізувати потенційні можливості культури [5, 9].

Технологічне значення сівозмін полягає у правильному чергуванні різних за своїми біологічними вимогами рослин, за яких для кожної культури створюються найкращі умови росту і розвитку. Правильно складена сівозміна має неабияке значення для підвищення ефективності землеробства, зростання врожайності і рентабельності сільськогосподарського виробництва. Така роль сівозмін у сучасному землеробстві обумовлена передусім біологічними особливостями польових культур. Різні рослини або їх групи вимагають неоднакових умов водного чи поживного режимів ґрунту й водночас самі впливають на властивості останнього. Сівозміна залишається головним профілактичним заходом, який дає змогу різко обмежити шкідливість шкідників і хвороб, оскільки її ігнорування, насичення окремими культурами порушує біологічну рівновагу ґрунту, сприяє накопиченню специфічних фітопатогенних мікроорганізмів [17].

Матеріали і методи. Польові дослідження виконано в довготривалому двофакторному стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН з вивчення 9 польових різноротаційних сівозмін (3-4-5-пільні) із насиченням зерновими культурами від 50 до 100 %, на варіантах сумісного застосування гною з мінеральними добривами; соломи, сидератів і мінеральних добрив. Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий поверхнево оглеений з вмістом гумусу в орному (0–20 см) шарі 1,60–1,71 %, легкогідролізного азоту – 92–99, рухомого фосфору та обмінного калію – відповідно 108–111 і 93–95 мг/кг ґрунту, сумою вбирних основ – 4,4–5,0 мг-екв/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину кисла: pH_{KCl} – 4,70–4,84, гідролітична кислотність – 2,26 мг-екв/100 г ґрунту.

Кількість досліджуваних факторів – 2. Ділянки першого порядку – короткоротаційні сівозміни, другого – удобрення. Загальна площа ділянки за сівозмінним фактором становить 972 м² (72 м x 13,5 м), за удобренням: загальна – 96 м² (12 м x 8 м), облікова – 60 м² (10 м x 6 м). Розміщення варіантів і повторень систематичне. Вхідження культур у сівозміну здійснювали одночасно всіма полями. Повторність триразова. Мінеральні добрива вносили відповідно до схеми досліду. Дослідження включали дві системи удобрення:

інтенсивну (використання на гектар сівозмінної площі в чотирипільних сівозмінах 10 т гною й мінеральних добрив на рівні $N_{45,2-67,5}P_{60-75}K_{60-75}$, у п'ятипільних – 8 т гною й $N_{69}P_{77}K_{77}$) і альтернативну (одноразове заорювання за ротацію зеленого удобрення (редька олійна), соломи попередника й $N_{30-45}P_{41,2-48,7}K_{41,2-48,7}$ у чотирипільних і $N_{46,5}P_{48,5}K_{48,5}$ у п'ятипільних сівозмінах). За контроль взято варіант, де добрив не вносили.

Для забезпечення рослин ячменю ярого поживними елементами добрива вносили в основне удобрення та під час сівби. Фосфорні й калійні добрива у вигляді суперфосфату (P_2O_5 – 18 %) і калію хлористого (K_2O – 60 %) вносили під основний обробіток ґрунту. Навесні проводили передпосівний обробіток ґрунту, який передбачав культивування на глибину 6–8 см з прикочуванням для забезпечення оптимальних умов сівби на задану глибину. Під передпосівну культивування вносили азотні добрива у вигляді аміачної селітри (N – 34,0 %).

Об'єктом дослідження були посіви ячменю ярого сорту Княжий, які вирощували у плодозмінній, зерно-кормовій, зерно-просапній чотирипільних і в зерно-просапній п'ятипільній сівозмінах. Безпосередньо під культуру за інтенсивної системи удобрення застосовували $N_{60}P_{60}K_{60}$, за альтернативної – $N_{30}P_{30}K_{30}$ + заорювання соломи попередника.

Відбір ґрунтових проб та підготовку їх до аналізів здійснювали згідно з ДСТУ 4287:2004 та ДСТУ ISO 11464-2001 у динаміці з шарів 0–20, 20–40 см. У відібраних зразках визначали вміст легкогідролізного азоту за ДСТУ 7863:2015, рухомого фосфору та обмінного калію – за ДСТУ 4405:2005.

Щільність будови визначали за ДСТУ ISO 11508:2005. Польову вологість ґрунту аналізували термостатно-ваговим методом згідно з ДСТУ ISO 11465:2001, запаси продуктивної вологи – розрахунковим методом.

Вміст білка визначали за ДСТУ 4117:2007, масу 1000 насінин – за ДСТУ ISO 520:2015, натуру зерна – за ГОСТ 10840-64.

Кількісно-видовий склад бур'янів досліджували на постійно встановлених облікових ділянках з площею 0,25 м² у 4-кратній повторності за фазами вегетації культури.

Дослідження ураженості ячменю ярого хворобами проводили у фазі колосіння – початок цвітіння за «Методиками випробування і застосування пестицидів» [21].

Збирання врожаю ячменю ярого проводили подільночно прямим комбайнуванням («Сампо-130») з перерахунком на стандартну вологість та чистоту кожного варіанта.

Результати досліджень узагальнювали методом дисперсійного аналізу із застосуванням програм математичної обробки Excel, Statistica 10.0.

Погодні умови за роки досліджень дещо відрізнялися від середньобагаторічних. Так, опадів за вегетаційний період 2016; 2017; 2020 рр. випало на 73; 144; 47 мм менше від норми, тоді як у 2018 р. їх за цей період випало 400 мм, що на 38 мм більше від середньобагаторічних показників. У 2019 р. кількість опадів була в межах норми. Температура повітря за вегетаційний період ячменю ярого в усі роки досліджень (2016–2020 рр.) була вища на 4,6; 8,2; 17,3; 11,5; 6,0 °С від середніх багаторічних. Найвищі плюсові значення температурного режиму відзначено у 2018 р.

Результати та обговорення. Роль води в процесах, що протікають у ґрунті, багатогранна, і її складно переоцінити. Перенесення поживних речовин та енергії, формування умов існування та живлення рослин (доступність поживних елементів та їх концентрація), газовий режим, значення агрофізичних показників – все це визначається вологістю або залежить від неї. Оптимальна вологість ґрунту для сільськогосподарських культур – запорука високого врожаю.

Волога є головним чинником, що визначає зростання, розвиток і врожайність ячменю ярого. Для набухання його насіння і появи сходів навесні їм потрібно не менше 50 % води від маси зерна, чим швидше і більше води насіння поглинає при набуханні, тим воно швидше проросте. За вологості ґрунту менше 30 % повної вологоємності проростання зерен ячменю майже припиняється. Серед хлібних злаків першої групи він є відносно посухостійкою культурою, його транспіраційний коефіцієнт близько 300–450 [35]. Він економніше, ніж пшениця яра й овес, витрачає воду на утворення органічної речовини. Проте слід враховувати, що в ячменю на початку вегетації недостатньо розвивається коренева система і рослини погано витримують весняну посуху. У зв'язку з цим його треба сіяти в перші дні весняно-польових робіт у достатньо вологий ґрунт. Найбільш вимогливий ячмінь ярий до вологи в періоди вихід у трубку, колосіння, цвітіння і початку формування зерна. Дослідженнями встановлено, що найбільше зниження врожаю від засухи у злаків спостерігали в період формування пилку, вони виявляються безплідними, збільшується число необпелених колосків. Дія добрив також пов'язана і з кількістю вологи у період максимальної потреби в елементах живлення. Якщо в ґрунті вологи недостатньо, то внесені добрива, у зв'язку з низькою інтенсивністю їхнього надходження в рослини та послабленням всіх фізіологічних процесів, зменшують свою ефективність. За достатньої кількості

грунтової вологи складаються сприятливі умови для росту й розвитку ячменю ярого, а в кінцевому підсумку підвищується його врожайність. Разом з тим він дуже чутливий до надмірної вологості та різко знижує свою врожайність на заболочених ґрунтах, недостатньо пухких, з близьким заляганням ґрунтових вод. Надмірне зволоження в період сівба – колосіння сприяє розвитку грибкових захворювань, виляганню посівів і в підсумку призводить до зниження врожаїв.

Важливе значення в першій період вегетації ячменю ярого має зволоження верхнього шару ґрунту, коли коренева система його починає формуватися, і тільки за наявності 30 мм вологи в 30-сантиметровому шарі ґрунту ми отримуємо дружні сходи культури.

Дослідження щодо вивчення вмісту польової та запасу продуктивної вологи в посівах ячменю ярого проводили в зерно-кормовій і плодозмінній сівозмінах після попередників пшениця озима, картопля. Одержані дані в середньому за п'ять років досліджень показують, що вологість ґрунту під ранніми ярими культурами на початку їх вегетації знаходилася на достатньому рівні і сприяла отриманню повних, дружних сходів.

На період сходів ячменю ярого вміст польової вологи в шарі ґрунту 0–20 см становив 16,4–17,0 %, продуктивної – 31,0–32,5 мм, у 20–40 см – 18,0–18,4 % і 36,3–37,1 мм і практично не залежав від попередників. Застосування систем удобрення, мінеральні добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ і післядія гною, внесеного під попередники, сприяла нагромадженню вищих величин вологості (табл. 1), що становили після різних попередників 18,1–19,3 % і 34,0–336,1 мм, на альтернативних системах – 17,5–18,3 % та 33,1–34,7 мм в орному шарі в середньому за п'ять років досліджень. Відомо, що ячмінь ярий вимогливий до вологи в період колосіння, цвітіння і молочної стиглості зерна. Дослідження-ми встановлено, що в фазі колосіння культури вологозапаси ґрунту були високі, що дало можливість забезпечити рослини достатньою кількістю вологи для формування високого рівня продуктивності зерна. Польова вологість у фазі колосіння в орному шарі на контроль-ному варіанті (без добрив) становила 17,6–18,2 %, продуктивна – 33,7–35,3 мм, у нижньому (20–40 см) 18,7–19,3 % і 37,3–38,4 мм. Застосування мінеральних добрив за нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$, які внесено безпосередньо під культуру, в зерно-кормовій сівозміні збільшувало накопичення продуктивної вологи на 6,6 %, польової – на 10,4 %, у плодозмінній – відповідно 5,9 та 7,9 % у шарі ґрунту 0–20 см. На варіанті використання альтернативної системи удобрення в зерно-кормовій сівозміні безпосереднє застосування під ячмінь $N_{30}P_{30}K_{30}$ і заорювання соломи пшениці озимої сприяло збільшенню польової і продуктивної вологи на 4,4 і 5,1 %. У

плодозмінній сівозміні за внесення тільки мінеральних добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$) під культуру ці показники збільшувалися відповідно на 2,8 і 3,3 % порівняно до неудобреного варіанта.

1. Вміст польової (%) та запас продуктивної вологи (мм) у ґрунті впродовж вегетації ячменю ярого, середнє за 2016–2020 рр.

№ сівозміни	Варіант удобрення	Шар ґрунту, см	Період визначення					
			сходи		колосіння		повна стиглість	
			%	мм	%	мм	%	мм
Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)								
3	Контроль	0–20	17,0	32,5	18,2	34,8	15,3	29,5
		20–40	18,4	37,1	19,3	38,4	16,9	34,7
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0–20	19,3	36,1	20,1	37,1	17,6	33,7
		20–40	20,1	40,4	21,8	41,4	18,8	38,7
	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + п. п.	0–20	18,3	34,7	19,0	36,6	16,5	32,1
		20–40	19,4	39,0	20,0	40,9	17,7	35,6
Плодозмінна, попередник картопля (50 % н. з. к.)								
4	Контроль	0–20	16,4	31,0	17,6	33,7	14,5	27,7
		20–40	18,0	36,3	18,7	37,3	16,0	33,5
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0–20	18,1	34,0	19,0	35,7	16,8	32,8
		20–40	19,5	39,2	20,4	40,1	18,1	36,8
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0–20	17,5	33,1	18,1	34,8	15,7	31,1
		20–40	18,9	38,6	19,6	39,6	17,0	34,7

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими колосовими, п. п. – побічна продукція.

За настання повної стиглості культури польова вологість ґрунту знижувалася через дефіцит опадів у липні, який спостерігали протягом чотирьох років досліджень, лише в 2018 р. кількість опадів у цьому місяці перевищувала середньобагаторічну норму на 14 мм. Середні значення вологості в ґрунті за роки досліджень становили на контролі 14,5–15,3 %, за використання мінеральних добрив – відповідно 16,8–17,6 %. Запаси продуктивної вологи змінювалися за фазами вегетації культури в прямій залежності від показників польової вологості і за повної стиглості в орному шарі ґрунту становили 27,7–29,5 мм на контролі та 32,8–33,7 мм відповідно за варіантами удобрення.

Вплив щільності на властивості ґрунту та життєдіяльність рослин є багатогранним. Вона зумовлює накопичення вологи та поживних речовин, змінює співвідношення води і повітря у ґрунті, умови життєдіяльності рослин і мікроорганізмів. Антропогенне навантаження значною мірою змінює агрофізичні показники ґрунту, найчастіше викликаючи їхню фізичну деградацію – руйнування

агрономічно корисної структури, формування глиб, кірки, тріщин, ущільнення кореневмісного шару, зниження водопроникності й доступності вологи рослинам.

Підвищення щільності ґрунту на 10 % знижує їх продуктивність на 40 %, що призводить до значного відставання культури в розвитку та зниження врожайності, погіршення якості отриманої продукції. Тільки через переущільнення ґрунту врожайність пшениці знижується на 10 %, буряків цукрових – на 15 %, картоплі – навіть на 50 % [29]. Щільність ґрунту впливає на ріст коренів рослин, оскільки ущільнений ґрунт є суттєвою перешкодою для їх проникнення. Характерною реакцією коренів на переущільнення ґрунту є зменшення їх розміру, потовщення, скорочення довжини. За поступового ущільнення ґрунту, тобто за зменшення його об'єму, збільшується частка твердої фази і недоступної вологи. За щільності 1,5–1,6 г/см³ на частку доступної вологи припадає лише 5–10 % від об'єму ґрунту, причому ця вода є лише за високої вологоємності.

За літературними даними, для ячменю ярого в орному шарі оптимальною є щільність будови ґрунту від 1,05 до 1,35 г/см³, під кінець вегетації допустимим є його ущільнення до 1,4–1,5 г/см³ [1].

З літературних джерел відомо, що ефективність добрив значною мірою залежить не тільки від агрохімічних, але й від агрофізичних властивостей ґрунтів, у першу чергу від вологості та щільності, а їхнє регулювання є ефективним прийомом підвищення врожайності сільськогосподарських культур, а отже, й ефективності мінеральних добрив [30].

Таким чином, фізичні властивості ґрунту – важливий, а іноді й вирішальний фактор формування врожаю сільськогосподарських культур та ефективності різних агрозаходів.

Ячмінь ярий серед зернових є найвимогливішим до попередників, і вирощування його в сівозміні є основою стабільності землеробства та позитивно впливає на всі важливі показники, зокрема щільність ґрунту і його режими.

Одержані дослідні дані, які наведено в табл. 2, свідчать про зміни величини ущільнення ґрунту за час вегетаційного періоду ячменю ярого, залежність цього показника від структури сівозміни й попередника, а також удобрення.

Спостереження за зміною щільності будови сірого лісового ґрунту під ячменем показали, що на період сходів на варіанті застосування повної норми мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ і післядії 40 т/га гною, внесеного під пшеницю озиму в зерно-кормовій і картоплю в плодозмінній сівозмінах, цей показник набував найнижчих значень у всіх пластах ґрунту.

2. Щільність будови сірого лісового ґрунту впродовж вегетації рослин ячменю ярого, г/см³, середнє за 2016–2020 рр.

№ сівозміни	Варіант удобрення	Шар ґрунту, см	Період визначення		
			сходи	колосіння	повна стиглість
Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)					
3	Контроль	0–10	1,17	1,25	1,32
		10–20	1,22	1,30	1,37
		20–30	1,32	1,38	1,42
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–10	1,12	1,20	1,27
		10–20	1,19	1,26	1,34
		20–30	1,28	1,33	1,40
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	0–10	1,13	1,22	1,28
		10–20	1,20	1,28	1,35
		20–30	1,30	1,35	1,41
Флодозмінна, попередник картопля (50 % н. з. к.)					
4	Контроль	0–10	1,18	1,27	1,33
		10–20	1,24	1,32	1,39
		20–30	1,34	1,40	1,43
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–10	1,14	1,24	1,29
		10–20	1,21	1,28	1,36
		20–30	1,30	1,35	1,41
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0–10	1,16	1,25	1,30
		10–20	1,23	1,30	1,38
		20–30	1,32	1,37	1,42

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими колосовими, п. п. – побічна продукція.

Так, у середньому за п'ять років досліджень залежно від попередника в шарі 0–10 см щільність зложення була в межах 1,17–1,18 г/см³ на неудобрених ділянках, 1,12–1,14 г/см³ – на варіантах застосування органо-мінеральної системи удобрення і 1,14–1,16 г/см³ – за альтернативного удобрення (табл. 2). Із збільшенням глибини відбору зразків цей показник зростав і в шарі 10–20 см його значення становили відповідно за системами удобрення 1,22–1,24 г/см³, 1,19–1,21 г/см³, 1,20–1,23 г/см³, на глибині 20–30 см: 1,32–1,34 г/см³, 1,28–1,30 г/см³, 1,30–1,32 г/см³. З проходженням фаз вегетації рослин щільність ґрунту в посівах ячменю ярого зростала і найвищих значень досягла в повній стиглості зерна культури, коли ґрунт набуває так званого притаманного йому рівноважного стану. На кінець вегетації показники в верхньому шарі ґрунту становили 1,32–1,33 г/см³, 1,27–1,29 г/см³, 1,28–1,30 г/см³ відповідно за сівозмінами і системами удобрення.

Отже, сумісне застосування органічних і мінеральних добрив на сірому лісовому ґрунті сприяє зменшенню його щільності та

покращанню умов росту й розвитку рослин для формування високого врожаю ячменю ярого.

Поживний режим ґрунту разом із вологозабезпеченням є найбільш важливими чинниками, що формують сприятливі умови для нормального росту й розвитку рослин. Вони безпосередньо впливають на активність і спрямованість біохімічних процесів у рослині. Джерелом елементів мінерального живлення для рослин є їх запаси у ґрунті та внесені із різними видами добрив. Уміст основних макроелементів у ґрунті, зокрема азоту, фосфору і калію, їх доступність для кореневої системи рослин істотно змінюється залежно від культури землеробства [14, 31].

Ячмінь ярий, який має слабку кореневу систему з нижчим рівнем засвоювання важкодоступних форм елементів живлення, ніж інші злакові культури, вимогливіший щодо забезпечення ними. Найінтенсивніше надходження основних елементів живлення у рослин ячменю ярого відбувається за досить короткий проміжок часу – від фази кушіння до колосіння (26–28 діб). За цей період рослини споживають 42–46 % азоту, 61–64 – фосфору і 64–74 % калію. У фазі колосіння практично завершується поглинання калію, фосфору споживається 90 %, азоту – 80 % загального винесення їх урожаєм [10, 20]. Найбільше поживних елементів рослини потребують від періоду кушіння до наливання зерна, достатнє забезпечення якими за фазами розвитку ячменю ярого позитивно позначається на валових зборах зерна і його якості [36].

Нашими дослідженнями виявлено, що вміст легкогідролізного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію під ячменем ярим змінювався залежно від системи удобрення, виду сівозміни, попередника культури.

Аналіз динаміки поживного режиму ґрунту протягом п'яти років досліджень показав, що кращий рівень забезпеченості елементами живлення зумовлювала органо-мінеральна система удобрення. На час сходів культури за внесення безпосередньо під ячмінь в зерно-кормовій і плодозмінній сівозмінах мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та 40 т/га гною під попередник (пшениця озима, картопля) в орному шарі спостерігали найбільш інтенсивне нагромадження легкогідролізного азоту (123,1–124,7 мг/кг ґрунту), рухомого фосфору (127,2–128,1 мг/кг ґрунту), обмінного калію (112,8–114,4 мг/кг ґрунту). Застосування альтернативної системи удобрення, яка включала використання половинних доз мінеральних добрив і післядію сидерату, а також побічну продукцію пшениці озимої, у зерно-кормовій сівозміні формувало поживний режим ґрунту за елементами живлення на рівні 112,7; 116,4; 110,3 мг/кг ґрунту в

орному та 106,0; 108,5; 101,9 мг/кг ґрунту в підорному пластах. У плодозмінній сівозміні значення легкогідролізного азоту становило 113,8, рухомого фосфору – 114,7, обмінного калію 108,6 мг/кг ґрунту в шарі 0–20 см.

Кількість рухомих форм основних елементів живлення до кінця вегетації ячменю ярого зменшувалася внаслідок використання їх культурою для росту і формування врожаю. У фазі повної стиглості на зазначених варіантах у двох сівозмінах їх вміст становив 101,4–102,8 мг/кг ґрунту легкогідролізного азоту, 111,6–112,5 мг/кг ґрунту рухомого фосфору й 97,6–99,4 мг/кг ґрунту обмінного калію. На варіанті без застосування удобрення забезпечення рослин елементами живлення було найнижчим. Найкращим воно виявилось за використання орґано-мінеральної системи удобрення, що сприяло отриманню високого врожаю культури.

Шкода, яку завдають культурним рослинам бур'яни, дуже велика. За даними Міжнародної організації з продовольства і сільського господарства, втрати сільськогосподарської продукції від бур'янів та інших шкідливих організмів у всьому світі оцінюють у 75 млрд дол. за рік, що становить третню частину потенційно можливого збору врожаю. У нашій країні зниження валових зборів сільськогосподарських культур внаслідок забур'яненості становить 25–30 %, в окремих випадках перевищує 50 %, а на сильнозабур'янених полях отримання врожаю може бути зведено нанівець.

За даними А. І. Бабенка, С. П. Танчика [2], рясність бур'янів у посівах культур з вузькорядною сівою має не перевищувати 10–15 шт./м², просапних культур – 1–2 шт./м². Порушення сівозміни та спрощення агротехніки вирощування сільськогосподарських культур збільшує засміченість орного шару ґрунту до 1,14–1,47 млрд шт./га.

Зниження врожаю окремих культур може сягати: пшениці озимої й жита – 55–60 %, ячменю ярого – 40–45 %, картоплі – 40–55 %, буряків цукрових – 50–80 %, кукурудзи – 50–70 %, льону – 35–45 % [11]. Крім кількісної втрати врожаю, бур'яни спричиняють зростання витрат на вирощування культур за рахунок проведення заходів захисту, які становлять близько 30–35 % усіх затрат праці в землеробстві. Все це пояснюється високими конкурентними властивостями бур'янів з культурними рослинами за фактори життя – світло, воду, поживні речовини. Сеgetали, випереджуючи в рості культурні рослини, затіняють їх, викликають світлове голодування і знижують продуктивність фотосинтезу. Внаслідок цього бур'яни спричиняють вилягання зернових хлібів, що знижує врожайність і якість продукції, збільшуються втрати під час збирання врожаю. На забур'янених полях знижується якість продукції рослинництва: вміст

білка в зерні пшениці зменшується на 2,5 %, ячменю – на 1,2, кукурудзи – 3,4, а проса – на 1,3 % [22]. Бур'яни є джерелом розмноження багатьох хвороб та шкідників сільськогосподарських культур. Забур'яненість посівів є одним із факторів, що знижують ефективність усіх заходів технологій вирощування сільськогосподарських культур, спрямованих на підвищення їх урожайності. Тому боротьба з бур'янами – одна з важливих проблем землеробства, що пов'язана зі специфікою їх біологічних особливостей: надзвичайною плодючістю, тривалим збереженням схожості та неоднотимчасним проростанням насіння. Досвід ведення сільськогосподарського виробництва свідчить про наявність значної кількості перевірених методів зменшення шкодочинності бур'янів, серед яких найбільш важливим є сівозмінний фактор, тобто найкраще з можливих чергування культур, що володіють різними біологічними властивостями. Правильне планування сівозміни здатне знизити забур'яненість посівів і підвищити врожайність на 35–60 %. За насичення сівозміни зерновими культурами до 75 % істотно зростає засміченість посівів пшениці озимої [6].

Вивчення забур'яненості проводили в посівах ячменю ярого у плодозмінній (конюшина лучна – пшениця озима – картопля – ячмінь ярий) та зерно-просапній (гречка – пшениця озима – картопля – ячмінь ярий) сівозмінах.

Результати досліджень вказують на значення виду сівозмін, попередника культури, удобрення, які по-різному впливали на забур'яненість посівів ячменю ярого.

Найвищі значення (331–401 шт./м²) кількості бур'янів спостерігали на контролі (без добрив) у період сходів із зменшенням до кінця вегетації культури. Найменша кількість сегеталів у посівах ячменю ярого (83–331 шт./м²) формувалася у плодозмінній сівозміні. Збільшення кількості бур'янів на 8–60 шт./м² відзначено в сівозміні з вищим насиченням колосовими культурами – зерно-кормовій. Позитивний вплив на засміченість посіву культури в досліджуваних сівозмінах проявляли системи удобрення (інтенсивна та альтернативна), оскільки добре розвинені рослини ячменю в агроценозах були домінантами, які стримували ріст бур'янів. Так, у період сходів і колосіння найнижчі значення (219 і 273 та 280 і 347 шт./м²) кількості сегеталів отримано за використання альтернативної системи (післядія сидерату і побічної продукції попередника та безпосереднє внесення N₃₀P₃₀K₃₀) залежно від виду сівозміни.

За сумісного використання 40 т/га гною, який вносили під картоплю, з мінеральним добривами у дозі N₆₀P₆₀K₆₀ їх кількість

збільшувалася на 28–41 шт./м² залежно від питомої маси зернових культур у сівозмінах.

Облік забур'яненості посіву ячменю ярого на кінець вегетації показав її зниження. Найменша кількість рослин бур'янів була на варіантах безпосереднього внесення мінеральних добрив під культуру і застосування гною під попередник та використання половинних норм мінеральних добрив, післядії сидерату і соломи. Зокрема в період повної стиглості ячменю ярого у плодозмінній сівозміні кількість сеgetалів становила 61–72 шт./м², зерно-кормовій – 70–83 шт./м². Найбільшу (83–91 шт./м²) забур'яненість посівів спостерігали на контрольному варіанті без використання удобрення з вищими значеннями у зерно-кормовій сівозміні.

Встановлено, що видовий склад бур'янів у посівах ячменю ярого був представлений переважно такими видами: шпергель польовий (*Spergula arvensis* L.), зірочник середній (*Stellaria media* (L.) Vill.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), гірчак шорсткий (*Polygonum lapathifolium* L.), горошок мишачий (*Vicia cracca* L.), хвоц польовий (*Equisetum arvense* L.), куряче просо (*Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv).

Важливою складовою оцінки фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур є аналіз розвитку та поширення хвороб. Небезпечні захворювання потребують постійного контролю і захисту рослин. Відомо, що втрати валового збору зерна від хвороб щорічно становлять 20–30 %, а іноді і більше. Останнім часом надзвичайно шкідливими для зернових культур є кореневі гнилі. Захворювання впливає на стан рослин протягом усієї вегетації. Воно викликає загибель сходів, відставання в рості, щуплість колосу в уражених рослин або повне відмирання продуктивних стебел. За дефіциту або за різких коливань вмісту вологи в ґрунті, а також у разі утворення кірки на його поверхні й за інших несприятливих факторів, які послаблюють рослини, спостерігається значний розвиток корневих гнилей. За ураження 5–10 % рослин втрати врожаю можуть досягти 3,5–7 % [16].

Нашими дослідженнями встановлено, що попередники та сівозміни проявляли вплив на розвиток шкідливих організмів, зокрема хвороб. Виявлено, що ступінь ураження рослин ячменю ярого корневими гнилями значною мірою залежав від розміщення культури в сівозміні, попередника та погодних умов.

Найменше ураження його посівів патогеном корневих гнилей проявилось в плодозмінній та зерно-просаній сівозміні після картоплі – 20,7–21,5 %. Після пшениці озимої в зерно-кормовій

сівозміні (75 % насичення колосовими) розвиток хвороби становив 23,8 %.

На врожайність зернових культур може суттєво вплинути борошниста роса. Захворювання інтенсивно розвивається на більш загущених посівах у період меншого освітлення. Шкідливість борошнистої роси для культури проявляється у зменшенні асиміляційної поверхні листків, руйнуванні хлорофілу та інших пігментів. За сильного ураження листки передчасно відмирають, у рослин знижується кущистість, запізнюється колосіння і прискорюється дозрівання, внаслідок чого спостерігаються пустоколосість і щуплість зерна. Сильний розвиток борошнистої роси призводить до зменшення кількості та маси зернівок, й втрати врожаю можуть становити 10–15 % [3].

Борошниста роса більшою мірою уражала посіви ячменю ярого після картоплі як у зерно-просапній, так і плодозмінній сівозмінах (10,3–10,7 %) порівняно до попередника пшениця озима в зерно-кормовій сівозміні (8,1 %). Під час вирощування ячменю ярого важливого значення набуває контроль над поширенням хвороб колосу, зокрема септоріозу й фузаріозу.

Септоріоз є однією з найбільш поширених і шкідливих хвороб зернових культур. Ураження призводить до зменшення асиміляційної поверхні листків, викликає недорозвиненість колосу й передчасне дозрівання злаків. Недобір зерна іноді становить 30 % і більше. Доведено, що масовому розвитку хвороби сприяє температура 12–25 °С, наявність краплинної вологи або відносна вологість повітря 90–100 % – за таких умов пікноспори можуть прорости протягом кількох годин після виходу з пікнід, але мінімальний поріг розвитку хвороби – +5 °С. У випадку внесення збалансованого повного мінерального добрива підвищується стійкість рослин до септоріозу [16].

У наших дослідженнях у посівах ячменю ярого ураженість септоріозом була найнижчою за попередника картопля як у плодозмінній (12,4 %), так і зерно-просапній (13,3 %) сівозмінах. Найвищий прояв хвороби відзначено в зерно-кормовій сівозміні (14,1 %) після пшениці озимої.

Фузаріоз колосу проявляється в фазі колосіння культури і розвивається до збирання врожаю. Збудниками хвороби є гриби роду *Fusarium*. За частих дощів уражені фузаріозом колоски заселяються сапротрофними патогенами, зокрема *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link – збудником оливкової плісняви. Проникнення патогенів у центральний колосовий стрижень блокує надходження поживних речовин до всіх колосків, розміщених вище. Це призводить до білоколосиці.

3. Динаміка поживного режиму під ячменем ярим за фазами вегетації, мг/кг ґрунту, середнє за 2016–2020 рр.

Удобрєння ячменю ярого	Шар ґрунту, см	Час відбору зразків ґрунту								
		сходи		колюсіння		повна стиглїсть				
		N легко- гїдроліз- ний	P ₂ O ₅	K ₂ O	N легко- гїдроліз- ний	P ₂ O ₅	K ₂ O	N легко- гїдроліз- ний	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)										
Контроль	0–20	97,0	107,9	95,1	91,8	101,4	89,5	88,9	97,8	87,6
	20–40	87,6	97,7	86,4	80,5	94,5	81,3	78,2	91,0	77,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–20	123,1	128,1	114,4	108,1	116,4	102,1	101,4	112,5	99,4
	20–40	113,8	116,6	104,7	96,5	106,8	92,4	90,6	103,1	88,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	0–20	112,7	116,4	110,3	101,7	104,2	97,3	97,1	101,8	95,2
	20–40	106,0	108,0	101,9	89,3	96,5	90,2	87,7	93,4	86,4
Плодозміна, попередник картопля (50 % н. з. к.)										
Контроль	0–20	97,6	106,3	92,2	92,7	100,0	86,2	90,8	96,5	84,8
	20–40	88,1	96,9	85,4	82,0	93,8	80,7	80,8	80,9	76,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–20	124,7	127,2	112,8	109,0	115,5	100,7	102,8	111,6	97,6
	20–40	114,2	115,0	103,6	97,7	105,9	91,0	92,1	102,4	86,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0–20	113,8	114,7	108,6	102,4	103,3	96,2	98,2	101,0	93,7
	20–40	106,5	106,7	100,7	91,8	95,7	87,0	88,4	92,4	84,5

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими колосовими, п. п. – побічна продукція.

Вважають, що ступінь розвитку хвороби на 70 % залежить від сорту й агротехніки, а на 30 % – від погодних умов. Інтенсивному розвитку фузаріозу колосу сприяє температура 20–25 °С і підвищена вологість повітря (75 % і більше) в період від цвітіння до збирання врожаю [24].

Нашими дослідженнями виявлено максимальне (7,2 %) ураження колосу ячменю ярого збудником фузаріозу після пшениці озимої в зерно-кормовій сівозміні, найнижче – в плодозмінній (4,8 %), де попередником була картопля.

Ячмінь вважали другою зерновою культурою в Україні, яка є одним із найбільших споживачів його зерна в світі. У світовому землеробстві серед зернових культур за посівною площею (майже 72 млн га) та валовим збором (158 млн т) він займає четверте місце, а за експортом – друге [7, 12, 25, 26, 33].

Валове виробництво зерна ячменю у різні роки нестабільне, і на це впливає коливання врожайності. Критерієм технології вирощування ячменю є рівень урожайності культури, який найбільш повно визначає вплив досліджуваних факторів та значно залежить від погодних умов за період вегетації і інших чинників. Ячмінь ярий, маючи слабку кореневу систему та досить короткий період споживання, повільно засвоює з ґрунту важкорозчинні поживні речовини, тому головною умовою одержання високих урожаїв належної якості є оптимальне живлення рослин, досягти якого неможливо без застосування добрив, запровадження науково обґрунтованої сівозміни, підбору попередника, системи якісно проведеного основного й передпосівного обробітку ґрунту, що дасть змогу змінювати процеси росту й розвитку рослин культури [8, 13, 23, 32, 34].

Максимальні показники врожайності ячменю ярого отримали за умови застосування мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоні післядії 40 т/га гною (табл. 4). За таких умов її значення варіювали в межах від 3,50 т/га в зерно-кормовій (насичення колосовими культурами 75 %) сівозміні з попередником пшениця озима до 3,91 т/га в зерно-просапній (50 % н. з. к.) з попередником картопля. Зменшення дози мінеральних добрив вдвічі на солончано-сидеральних фонах закономірно призводило до зниження врожайності на 0,56–0,61 т/га.

На варіантах без удобрення в усіх досліджуваних сівозмінах формувався найнижчий урожай зерна ячменю ярого – відповідно від 2,06 до 2,33 т/га в середньому за роки досліджень.

4. Урожайність зерна ячменю ярого в сівозмінах (2016–2020 рр.)

№ сівозміни	Варіант удобрення	Урожайність, т/га	
		зерна	соломи
Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)			
3	Контроль	2,06	2,10
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,50	3,58
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	2,94	2,95
Плодозмінна, попередник картопля (50 % н. з. к.)			
4	Контроль	2,24	2,37
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,78	3,74
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,18	3,13
Зерно-просапна, попередник картопля (50 % н. з. к.)			
5	Контроль	2,33	2,34
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,91	3,88
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,30	3,25
Зерно-просапна, попередник пшениця озима (60 % н. з. к.)			
6	Контроль	2,14	2,15
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,61	3,62
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	3,02	3,04

NIP ₀₅ , т/га	попередники	0,08
	удобрєння	0,13
	взаємодія попередники + удобрєння	0,28

Під впливом вищих доз добрив у сівозмінах спостерігали поліпшення показників якості зерна (табл. 5). Так, якщо вміст білка на неудобрєних варіантах становив від 8,65 % у зерно-кормовій сівозміні до 9,11 % у плодозмінній, то застосування альтернативної системи удобрення забезпечувало зростання цього показника до 10,13–10,44 %, а органо-мінеральної – до 10,53–11,00 %. В аналогічному порядку зростали значення маси 1000 зерен і натурної маси ячменю ярого. Вищі значення маси 1000 зерен (40,1–43,3 г), натурної маси (563–589 г/л) у досліджуваних сівозмінах отримано за органо-мінеральної системи удобрення, що на 4,4–5,2 г та 23,0–28,0 г/л більше порівняно з контрольним варіантом.

5. Вплив удобрення на якісні показники зерна ячменю ярого (2016–2020 рр.)

№ сіво-зміни	Варіант удобрення	Маса 1000 зерен, г	Натурна маса, г/л	Вміст білка, %
1	2	3	4	5
Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)				

1	2	3	4	5
3	Контроль	35,7	548	8,65
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	40,1	570	10,53
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	38,6	560	10,13
Плодозмінна, попередник картопля (50 % н. з. к.)				
4	Контроль	38,1	561	9,11
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	43,3	589	11,00
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	41,4	571	10,44
Зерно-просапна, попередник картопля (50 % н. з. к.)				
5	Контроль	37,1	556	9,00
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	42,4	576	10,87
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	40,4	565	10,32
Зерно-просапна, попередник пшениця озима (60 % н. з. к.)				
6	Контроль	36,4	540	8,78
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	41,5	563	10,71
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	39,5	555	10,21

Примітка. Н. з. к. – насичення зерновими колосовими, п. п. – побічна продукція.

Висновки. Вищий рівень продуктивної вологи під ячменем ярим в орному й підорному шарах ґрунту формується за органо-мінеральних систем удобрення. Під час сходів культури за альтернативної системи удобрення його значення були більшими за контрольні варіанти на 6,7 і 5,1 % у зерно-кормовій та на 6,8 і 6,3 % – у плодозмінній сівозмінах; інтенсивної – відповідно на 11,1 і 8,9 % та на 9,6 і 8,0 %.

Вищий уміст легкогідролізного азоту в посівах ячменю ярого (123,1–124,7 мг/кг ґрунту), рухомого фосфору (127,2–128,1 мг/кг ґрунту) й обмінного калію (112,8–114,4 мг/кг ґрунту) в орному шарі був у фазі сходів на варіанті використання 40 т/га гною в сівозміні і безпосереднього внесення під цю культуру мінерального удобрення в дозі N₆₀P₆₀K₆₀.

Найвища забур'яненість посівів ячменю ярого (401 шт./м² бурянів у фазі сходів, 330 шт./м² – колосіння, 91 шт./м² – повної стиглості) формується у зерно-кормовій сівозміні за насичення 75 % колосовими культурами на варіанті без застосування добрив; найменша ураженість кореневими гнилями (на 20,7–21,5 %), септоріозом колосу (на 12,4–13,3 %), фузаріозом колосу (на 4,8–5,1 %) спостерігається після картоплі у плодозмінній та зерно-просапній сівозмінах, борошнистою россою – на 8,1 % у зерно-кормовій сівозміні. Застосування безпосередньо під культуру N₆₀P₆₀K₆₀ і заорювання один раз за ротацію 40 т/га гною забезпечувало врожай ячменю ярого на

рівні 3,91–3,61 т/га в зерно-просапних, 3,78 – у плодозмінній та 3,50 т/га – в зерно-кормовій сівозмінах.

Список використаної літератури

1. Агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку та удобрення на зрошуваних землях / Р. А. Вожегова та ін. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 64–70.
2. Бабенко А. І., Танчик С. П. Особливості захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів за умов органічного землеробства. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 2/3. С. 38–40.
3. Біловус Г. Я., Марухняк А. Я. Екологічне сортовипробування ячменю озимого в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 38–51.
4. Бойко П. І., Літвінов Д. В. Ефективність короткоротаційних сівозмін у сучасних системах землеробства. *Землеробство : міжвід. темат. наук. зб.* 2015. Вип. 2. С. 38–46.
5. Бомба М. Я. Біологічне землеробство: стан та перспективи розвитку. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 59. С. 72–77.
6. Вавринович О. В. Агротехнічні способи контролю бур'янів у посівах сільськогосподарських культур. *Вісник Агрофорум*. 2021. № 8 (149). С. 10–14.
7. Вплив застосування біопрепаратів та біологічно активних речовин на формування елементів продуктивності ячменю ярого в Північному Степу / А. Д. Гирка та ін. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 14. С. 30–36.
8. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність сільськогосподарських культур в сівозміні на зрошенні Півдня України / О. Є. Марковська та ін. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 71–74.
9. Гадзало Я., Камінський В., Сайко В. Сівозміни в землеробстві України. *Аграрний тиждень*. 2015. № 4/5. С. 14–16.
10. Гангур В. В., Лень О. І., Гангур М. В. Вплив різних систем

References

1. Agrophysical properties of dark chestnut soil under different systems of main cultivation and fertilization on irrigated lands / R. A. Vozhehova et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No 8. P. 64–70.
2. Babenko A. I., Tanchyk S. P. Peculiarities of protecting crops from weeds under organic farming conditions. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2016. No 2/3. P. 38–40.
3. Bilovus H. Ya., Marukhniak A. Ya. Ecological varietal testing of winter barley in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2019. Issue 66. P. 38–51.
4. Boiko P. I., Litvinov D. V. Effectiveness of short rotation crop rotations in modern farming systems. *Zemlerobstvo : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2015. Issue 2. P. 38–46.
5. Bomba M. Ya. Biological farming: state and prospects of development. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2016. Issue 59. P. 72–77.
6. Vavrynovych O. V. Agrotechnical methods of weed control in crops. *Visnyk Ahroforum*. 2021. No 8 (149). P. 10–14.
7. The effect of the use of biological preparations and biologically active substances on the formation of spring barley productivity elements in the Northern Steppe / A. D. Hyrka et al. *Visnyk Tsentru naukovoho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti*. 2013. Issue 14. P. 30–36.
8. The influence of the main tillage and fertilization systems on the productivity of agricultural crops in crop rotation in the irrigated south of Ukraine / O. Ye. Markovska et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2016. Issue 66. P. 71–74.
9. Hadzalo Ya., Kaminsky V., Saiko V. Crop rotations in agriculture of Ukraine. *Ahrarnyi tyzhden*. 2015. No 4/5. P. 14–16.
10. Hanhur V. V., Len O. I., Hanhur M. V. The influence of different tillage systems on the nutritional regime of the soil under winter wheat and spring barley in the Left-

- обробітку на поживний режим ґрунту під пшеницею озимою та ячменем ярім в зоні Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 1. С. 38–44.
11. Гангур В. В., Сокирко П. Г., Лень О. І. Забур'яненість та вологозабезпеченість посівів ячменю ярого залежно від способів обробітку ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 32–35.
12. Гораш О. С., Климишева Р. І. Формування урожайності зерна ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 2. С. 25–27.
13. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Вплив доз і співвідношень добрив у польовій сівозміні на врожайність і якість зерна ячменю ярого. *Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва*. 2020. Вип. 96 (1). С. 205–218.
14. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Поживний режим ґрунту в польовій сівозміні за різного удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 1. С. 37–43.
15. Єщенко В. О. Польові сівозміни України, якими їм бути: довго- чи короткоротаційними? *Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва*. 2016. Вип. 89 (1). С. 43–49.
16. Заярна О. Ю. Оцінка стійкості сортів ярого ячменю до сажкових хвороб. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер.: Фітопатологія та ентомологія*. 2017. № 1/2. С. 165–168.
17. Камінський В. Ф. Сівозміна як основа сталого землекористування та продовольчої безпеки України. *Зб. наук. пр. ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2015. Вип. 2. С. 3–14.
18. Кірілеско О. Л. Ефективність систем удобрення у короткоротаційній сівозміні Лісостепу Західного України. *Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2019. Вип. 87. С. 93–101.
19. Лінчевський А. А. Ячмінь – джерело здорового способу життя сучасної людини. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 12. С. 14–21.
20. Markovska O. Ye., Maliarchuk M. Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2022. No 1. P. 38–44.
11. Hanhur V. V., Sokyрко P. H., Len O. I. Weediness and moisture availability of spring barley crops depending on soil tillage methods. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2011. No 4. P. 32–35.
12. Horash O. S., Klymysheva R. I. Formation of spring barley grain yield. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2008. No 2. P. 25–27.
13. Hospodarenko H. M., Prokopchuk I. V., Boiko V. P. Influence of doses and ratios of fertilizers in field crop rotation on yield and grain quality of spring barley. *Zb. nauk. pr. Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2020. Issue 96 (1). P. 205–218.
14. Hospodarenko H. M., Prokopchuk I. V., Boiko V. P. Nutrient regime of the soil in field crop rotation with different fertilizers. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2019. No 1. P. 37–43.
15. Yeshchenko V. O. Field crop rotations of Ukraine, what should they be: long- or short-rotation? *Zb. nauk. pr. Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2016. Issue 89 (1). P. 43–49.
16. Zaiarna O. Yu. Assessment of resistance of spring barley varieties to powdery mildew diseases. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser.: Fitopatohiia ta entomohiia*. 2017. No 1/2. P. 165–168.
17. Kaminskyi V. F. Crop rotation as the basis of sustainable land use and food security of Ukraine. *Zb. nauk. pr. NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2015. Issue 2. P. 3–14.
18. Kirilesko O. L. Effectiveness of fertilization systems in short-rotational crop rotation of the Forest-Steppe of Western Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2019. Issue 87. P. 93–101.
19. Linchevskiy A. A. Barley is a source of a healthy lifestyle for modern people. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No 12. P. 14–21.
20. Markovska O. Ye., Maliarchuk M.

20. Марковська О. Є., Мальярчук М. П. Агроекономічна оцінка систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні за умов зрошення на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 89. С. 55–59.
21. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін. Київ : Світ, 2001. 428 с.
22. Молдован В. Г., Квасніцька Л. С. Забур'яненість агроценозів в умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 5. С. 8–10.
23. Пилипенко М. О. Формування структури врожаю ярого ячменю залежно від умов мінерального живлення і норм висіву. *Науковий вісник НАУ*. 2000. № 29. С. 65–68.
24. Піковський М., Кирик М. Хвороби ячменю на початку вегетації рослин. *Пропозиція*. 2013. № 5. С. 82–84.
25. Потопляк О. Продуктивність сортів ячменю ярого залежно від умов мінерального живлення. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агрономія*. 2013. № 17 (2). С. 116–120.
26. Самоїленко О. А. Вплив екотипу ячменю ярого на його урожайність в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 3. С. 124–130.
27. Сівозміни у землеробстві України / за ред. В. Ф. Сайка, П. І. Бойка. Київ : Аграрна наука, 2002. 146 с.
28. Уваренко К. Ю. Вплив ущільнення та удобрення ґрунту на використання елементів живлення та продуктивність ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 76–81.
29. Уваренко К. Ю. Вплив щільності будови та вологості ґрунту на ефективність аміачної селітри при вирощуванні різних за інтенсивністю сортів ячменю ярого. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер.: Агрономія і біологія*. 2016. Вип. 9. С. 29–35.
30. Уваренко К. Ю. Засвоєння елементів живлення різними сортами ячменю ярого залежно від щільності будови ґрунту. *Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва*. P. Agro-economic assessment of the main tillage and fertilization systems in crop rotation under irrigation conditions in the south of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2017. Issue 89. P. 55–59.
21. Test methods and application of pesticides / S. O. Trybel et al. Kyiv : Svit, 2001. 428 p.
22. Moldovan V. H., Kvasnitska L. S. Weediness of agrocenoses under conditions of sufficient moisture in the Right-Bank Forest-Steppe. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2015. No 5. P. 8–10.
23. Pylypenko M. O. Formation of spring barley crop structure depending on mineral nutrition conditions and sowing rates. *Naukovyi visnyk NAU*. 2000. No 29. P. 65–68.
24. Pikovskiy M., Kyryk M. Diseases of barley at the beginning of plant vegetation. *Propozytsiia*. 2013. No 5. P. 82–84.
25. Potopliak O. Productivity of spring barley varieties depending on the conditions of mineral nutrition. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser. Ahronomiia*. 2013. No 17 (2). P. 116–120.
26. Samoilenko O. A. The influence of the ecotype of spring barley on its productivity in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2015. Issue 3. P. 124–130.
27. Crop rotations in agriculture of Ukraine / za red. V. F. Saika, P. I. Boika. Kyiv : Ahrarna nauka, 2002. 146 p.
28. Uvarenko K. Yu. The influence of soil compaction and fertilization on the use of nutrients and productivity of spring barley. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 8. P. 76–81.
29. Uvarenko K. Yu. Influence of structure density and soil moisture on the effectiveness of ammonium nitrate in the cultivation of spring barley varieties of different intensity. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser.: Ahronomiia i biolohiia*. 2016. Issue 9. P. 29–35.
30. Uvarenko K. Yu. The assimilation of nutrients by different varieties of spring barley depending on the density of the soil structure. *Zb. nauk. pr. Umanskoho*

2018. Вип. 92 (1). С. 223–230.

31. Формування врожаю ярого ячменю в Україні / М. Я. Бомба та ін. *Зернові культури*. 2001. № 2. С. 22–24.

32. Формування урожайності та якості зерна ячменю залежно від рівня мінерального живлення / М. Вислободська та ін. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер.: Агрономія*. 2013. Вип. 17 (1). С. 166–170.

33. Чернелівська О. О., Дзюбенко І. М., Наконечний В. О. Вплив основного обробітку ґрунту та системи удобрення на продуктивність ячменю ярого. *Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб.* 2018. Вип. 85. С. 76–81.

34. Шевченко М. С., Десятник Л. М., Бокун А. І. Динаміка запасів продуктивної вологи в ґрунті та урожайність ячменю ярого залежно від обробітку ґрунту і добрив. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 1. С. 160–166.

35. Шевчук О. В. Вплив післядії різних систем удобрення на динаміку вмісту азоту в ґрунті, рослинах і зерні ячменю ярого. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2013. № 1. С. 135–139.

natsionalnoho universytetu sadivnytstva. 2018. Issue 92 (1). P. 223–230.

31. Spring barley crop formation in Ukraine / M. Ya Bomba et al. *Zernovi kultury*. 2001. No 2. P. 22–24.

32. Formation of productivity and quality of barley grain depending on the level of mineral nutrition / M. Vyslobodska et al. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser.: Ahronomiia*. 2013. Issue 17 (1). P. 166–170.

33. Chernelivska O. O., Dziubenko I. M., Nakonechnyi V. O. Influence of the main tillage and fertilization system on spring barley productivity. *Kormy i kormovyrobnytstvo : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2018. Issue 85. P. 76–81.

34. Shevchenko M. S., Desiatnyk L. M., Bokun A. I. Dynamics of reserves of productive moisture in the soil and yield of spring barley depending on tillage and fertilizers. *Zernovi kultury*. 2020. Vol. 4, No 1. P. 160–166.

35. Shevchuk O. V. The after-effect of different fertilization systems on the dynamics of nitrogen content in the soil, plants and grain of spring barley. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2013. No 1. P. 135–139.

Отримано 22 березня 2023 р.
Погоджено до друку 20 липня 2023 р.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-11

УДК 632.93:631.53.01:633.11

К. І. ЯЦУХ¹, кандидат біологічних наук

О. Н. ПРИСТАЦЬКА¹, науковий співробітник

К. С. НІКІШИЧЕВА², кандидат сільськогосподарських наук

І. С. ТИМЧУК³, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: k_yatsukh@meta.ua

²Інститут захисту рослин НААН

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, e-mail: knikishicheva@ukr.net

³Національний університет «Львівська політехніка»

вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, e-mail: i.s.tymchuk@gmail.com

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТРУЙНИКІВ, СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА МІКРОДОБРІВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА УРАЖЕНІСТЬ КОРЕНЕВИМИ ГНІЛЯМИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

В Україні значно збільшилися площі посівів пшениці озимої, уражені кореневими гнілями, поширеність яких, за даними дослідників, може сягати 80 %.

Наведено результати досліджень ефективності комплексного застосування протруйників, стимуляторів росту та різних мікродобрив проти корневих гнилей пшениці озимої та її продуктивність в умовах Львівщини.

Вивчали такі протруйники та бакові суміші: Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0 л/т); Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т, Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т; Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т.

Посівні якості насіння пшениці озимої, обробленого баковою сумішшю протруйника, стимулятора росту та мікродобрив були кращими, порівняно з контролем та варіантом, де насіння оброблене тільки протруйником. Так, лабораторна схожість насіння пшениці озимої на варіантах з баковою сумішшю протруйника, стимулятора росту та мікродобрив була в межах 94,3–95,0 % (на контролі 88,3 %), польова схожість – в межах 90,3–92,0 % (на контролі – 80,7 %), енергія проростання – в межах 93,3–94,0 % (на контролі – 88,3 %), густина рослин – в межах 405,7–409,7 шт./м² (на контролі – 363,7 шт./м²).

Розвиток корневих гнилей на рослинах пшениці озимої у фазі ВВСН 29 в середньому за 2020–2022 рр. був наступним: на контролі (насіння не оброблене) – 11,0 %; у варіанті, де насіння оброблене протруйником Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0 л/т) – 1,0 %; у варіанті, де насіння оброблене

© Яцух К. І., Пристацька О. Н.,
Нікішичева К. С., Тимчук І. С., 2023

Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,6 %; у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,3 %; у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0 %.

Технічна ефективність протруйника та бакових сумішей протруйників, стимуляторів та мікродобрив для передпосівної обробки насіння пшениці озимої проти кореневих гнилей у цю фазу відповідно становила 91,0; 94,3; 96,7 та 100 відсотків.

Розвиток корневих гнилей на рослинах пшениці озимої у фазі ВВСН 83 в середньому за 2020–2022 рр. був наступним: на контролі (насіння не оброблене) – 73,0 %; у варіанті, де насіння оброблене протруйником Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0 л/т) – 27,3 %; у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 25,6 %; у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 25,3 %; у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 23,7 %.

Технічна ефективність протруйника та бакових сумішей протруйників, стимуляторів та мікродобрив для передпосівної обробки насіння пшениці озимої проти корневих гнилей у цю фазу відповідно становила 62,7; 65,1; 65,5 та 67,6 відсотка.

Внаслідок оздоровчої дії протруйників та бакових сумішей протруйників, стимуляторів та мікродобрив урожайність пшениці озимої за роки досліджень (2020–2022 рр.) збільшилася на 0,63–0,86 т/га, зокрема при застосуванні протруйника Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0 л/т) – 0,63 т/га, маса 1000 насінин – 41,9 г (в контролі – 38,4 г); бакової суміші Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,7 т/га, маса 1000 насінин – 42,1 г; бакової суміші Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,75 т/га, маса 1000 насінин – 42,2 г; бакової суміші Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,86 т/га, маса 1000 насінин – 42,4 г.

Ключові слова: пшениця озима, кореневі гнилі, протруйники, стимулятори, мікродобрива, технічна ефективність, господарська ефективність.

Kateryna Yatsukh¹, Oksana Prystatska¹, Kateryna Nikishycheva², Ivan Tymchuk³

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

²Institute of Plant Protection of the NAAS

³Lviv Polytechnic National University

The influence of the complex application of poisons, growth stimulants and microfertilizers for pre-sowing seed treatment on root rot affection and productivity of winter wheat

In Ukraine, the area of winter wheat crops affected by root rot, the prevalence of which, according to researchers, can reach 80 %, has increased significantly.

The results of research on the effectiveness of the complex application of poisons, growth stimulants and various microfertilizers against root rot of winter wheat and its productivity in the conditions of Lviv Oblast are presented.

The following poisons and tank mixtures were studied: Vitavax 200 FF, v.s.k. (3.0 l/t), Vitavaks 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul seeds (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t, Vitavaks 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul kolofermin Zn (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t, Vitavaks 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul kolofermin P (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t.

The sowing quality of winter wheat seeds treated with a tank mixture of a poison, a growth stimulator and microfertilizers was better, compared to the control and the option where the seeds were treated only with a poison. Thus, the laboratory germination of winter wheat seeds on variants with a tank mixture of a poison, a growth stimulator and microfertilizers was within 94.3–95.0 % (on control 88.3 %), field germination was within 90.3–92.0 % (on control – 80.7 %), germination energy – within 93.3–94.0 % (on control – 88.3 %), plant density – within 405.7–409.7 pcs./m² (on control – 363.7 pcs./m²).

The development of root rot on winter wheat plants in the tillering phase on average for 2020–2022 was as follows: in control (untreated seeds) – 11.0 %; in the version where the seeds were treated with the poison Vitavax 200 FF, v.s.k. (3.0 l/t) – 1.0 %; in the version where the seeds were treated with Vitavax 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul seed (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t – 0.6 %; in the version where the seeds are treated with Vitavax 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul kolofermin Zn (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t – 0.3 %; in the version where the seeds were treated with Vitavax 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul kolofermin P (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t – 0 %.

The technical efficiency of the poison and tank mixtures of poisons, stimulants and microfertilizers for pre-sowing seed treatment against root rot of winter wheat in this phase was respectively 91.0; 94.3; 96.7 and 100 percent.

The development of root rots on winter wheat plants in the tillering phase on average for 2020–2022 was as follows: in the control (untreated seeds) – 73.0 %; in the version where the seeds were treated with the poison Vitavax 200 FF, v.s.k. (3.0 l/t) – 27.3 %; in the version where the seeds were treated with Vitavax 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul seeds (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t – 25.6 %; in the version where the seeds were treated with Vitavax 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul kolofermin Zn (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t – 25.3 %; in the version where the seeds were treated with Vitavax 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul kolofermin P (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t – 23.7 %.

The technical efficiency of the poison and tank mixtures of poisons, stimulants and microfertilizers for pre-sowing seed treatment against root rot of winter wheat in this phase was respectively 62.7; 65.1; 65.5 and 67.6 percent.

As a result of the healing effect of poisons and tank mixtures of poisons, stimulants and microfertilizers, the yield of winter wheat increased by 0.63–0.86 t/ha during the years of research (2020–2022), in particular when using: the poison Vitavaks 200 FF, v. s.k. (3.0 l/t) – 0.63 t/ha, weight of 1000 seeds – 41.9 g (in the control – 38.4 g); tank mixture Vitavax 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul seeds (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t – 0.7 t/ha, weight of 1000 seeds – 42.1 g; tank mixture Vitavax 200 FF, v.s.k. + Vypmel K + Orakul kolofermin Zn (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t –

0.75 t/ha, weight of 1000 seeds – 42.2 g; tank mixture Vitavax 200 FF, v.s.k. + Vympel K + Orakul koloferrin P (3.0 + 0.5 + 1.0) l/t – 0.86 t/ha, weight of 1000 seeds – 42.4 g.

Keywords: winter wheat, root rots, poisons, stimulants, microfertilizers, technical efficiency, economic efficiency.

Вступ. Найважливішою складовою частиною агропромислового комплексу України є зернова галузь [11]. Пшениця, безперечно, залишається найважливішою культурою для продовольчої безпеки держави, задоволення потреб населення у високоякісних харчових продуктах, передусім – хлібі [21].

Перенасичення орних земель зерновими колосовими культурами, тобто недотримання технології вирощування призвело до накопичення інфекції. Втрати валового збору зерна пшениці озимої внаслідок шкодочинної дії хвороб щорічно становлять 20–30 %, а в епіфітотійні роки зростають до 50 % [4, 12, 22, 25, 27–29, 34, 39].

Одним із важливих факторів нарощування обсягів виробництва зерна в нашій країні є зменшення втрат від хвороб пшениці озимої.

Останніми роками в Україні значно збільшилися площі посівів пшениці озимої, уражені грибними захворюваннями, зокрема кореневими гнилями [16, 25]. Кореневі гнилі – це захворювання зернових культур, які вражають коріння, прикореневу частину стебла, підземне міжвузля, вузол кущіння. Лише в Україні ідентифіковано понад 20 грибів – збудників корневих гнилей [31].

Доведено, що коренева система рослин пшениці озимої в стані стресу має у своїх тканинах у 2–2,5 раза вищий вміст етилену – гормону старіння, який викликає дисбаланс донорно-акцепторних відносин і призводить до зниження врожайності [1].

Дослідники встановили, що поширення хвороб кореневої системи пшениці озимої може сягати 80 % [25].

Негативний вплив корневих гнилей проявляється також у порушенні водного балансу, уповільненні процесів засвоєння поживних речовин з ґрунту, закупорюванні провідної системи, що призводить до зниження кількості зерен на 48 %, а маси 1000 зерен – на 13 % [8].

Залежно від кліматичної зони вирощування пшениці озимої змінюється видовий склад збудників та найпоширеніший тип ураження рослин [10, 13, 25]. Коренева гниль буває гельмінтоспоріозна, фузаріозна, офіобольозна, церкоспорельозна та інші. Зустрічається також одночасне ураження рослини декількома збудниками, але, як правило, переважає один, найбільш шкодочинний [16]. В умовах західних областей України найбільш поширеними є гельмінтоспоріозна та фузаріозна кореневі гнилі. Протруювання

насіння – першочерговий етап інтегрованого захисту зернових культур, що впливає на формування оптимального фітосанітарного стану посівів, і, зокрема, динаміку розвитку кореневих гнилей [23, 26, 40]. Дуже важливим є те, що і хімічне навантаження на довкілля, і вартість обробки одного гектара посівів при застосуванні протруйників є найнижчими. Цей захід дає змогу знезаразити посівний матеріал від збудників хвороб, розміщених як на поверхні, так і всередині зерна, і частково в ґрунті й рослинних рештках [9, 22, 38]. Застосування захисних засобів проти інфекції насіння дозволить збільшити врожай до 12 % [9]. Ряд авторів стверджують, що рослини з добре розвинутою кореневою системою та надземною частиною здатні більш ефективно протистояти стресовим умовам вирощування, тому при протруюванні насіння в робочий розчин протруйника доцільно додавати регулятори росту рослин [2, 3, 5–7, 9, 15, 17, 19, 20, 22, 24, 27, 28, 35–37]. За даними О. В. Ремесло та ін. [18] допосівна обробка насіння пшениці озимої баковою сумішшю регулятора росту рослин Вимпел та протруйника Дивіденд Старт в умовах Степу сприяла збільшенню врожаю на 10,7 % та підвищенню його якості.

Мета наших досліджень полягала у визначенні впливу бакової суміші протруйника, стимулятора росту та мікродобрив на розвиток кореневих гнилей та продуктивність пшениці озимої.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2020–2022 рр. на пшениці озимій лабораторії захисту рослин сорту Бенефіс. Площа кожного варіанту – 100 м², повторення – триразове. У 2019 р. в лабораторних умовах провели серію досліджень з визначення енергії проростання та схожості зерна пшениці озимої, обробленої 9 найбільш вживаними протруйниками в баковій суміші зі стимулятором росту Вимпел К та різними мікродобривами. На основі цих даних був закладений польовий дослід з найкращими варіантами, зміст яких наведено у таблиці 1.

1. Зміст дослідних варіантів

Назва препарату	Вміст діючої речовини	Термін внесення ВВСН	Норма використання, л/т
1	2	3	4
Контроль (без протруювання насіння)			
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к.	карбоксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л	00	3,0

1	2	3	4
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння	карбоксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л + 1* + 2*	00	3,0 + 0,5 + 1,0
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn	карбоксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л + 1* + 3*	00	3,0 + 0,5 + 1,0
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P	карбоксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л + 1* + 4*	00	3,0 + 0,5 + 1,0

Примітка. 1* – Вимпел К; 2* – Оракул насіння; 3* – Оракул колофермин Zn; 4* – Оракул колофермин P.

Вимпел К (1*) – препарат для обробки насіння, стимулятор. Склад: поліетиленоксиди – 770 г/л, бурштиновогуматний комплекс – 33 г/л. Оракул насіння (2*) – унікальне комплексне рідке мікродобриво для обробки насіння. Склад, г/л: N – 20, P₂O₅ – 99, K₂O – 65, SO₃ – 57, Fe – 15, Cu – 5,4, Zn – 5,4, B – 1,8, Mn – 15, Co – 0,1, Mo – 0,4. Оракул колофермин Zn (3*) – концентроване хелатне мікродобриво з цинком. Склад, г/л: Zn – 120, N – 118, SO₃ – 144, колофермин – 374. Оракул колофермин P (4*) – концентроване хелатне мікродобриво з фосфором. Склад, г/л: P₂O₅ – 420, N – 83, колофермин – 939.

Дати протруювання насіння пшениці озимої: 10.10.2019 р.; 26.09.2020 р.; 25.09.2021 р. Дати висіву: 17.10.2019 р.; 4.10.2020 р.; 28.09.2021 р.

Ефективність бакової суміші протруйника зі стимулятором росту та мікродобривами на пшениці озимій визначали згідно зі стандартними методиками [14, 30, 32].

Урожай пшениці озимої збирали з кожної ділянки комбайном Сампо-400 і перераховували в т/га при стандартній вологості (14 %).

Одержані дані обробляли методом дисперсійного аналізу за В. О. Єщенко та ін. [33].

Слід зазначити, що погодні умови впродовж вегетації пшениці озимої осені 2019, 2020–2022 рр. були специфічні (табл. 2).

Так, середньомісячна температура повітря перевищувала багаторічну протягом вересня-березня (за всі роки досліджень); у квітні (2020 р.); у травні (у 2021–2022 рр.); у червні та липні (за всі роки досліджень). Кількість опадів перевищувала багаторічну: у вересні (2020–2021 рр.); у грудні (за всі роки досліджень); у січні (2021–2022 рр.); у лютому (2020–2021 рр.); у березні (2021 р.); у квітні (2022 р.); у травні (2020 р.); у червні (2020–2021 рр.). Впродовж досліджень погодні умови (температура повітря та кількість опадів)

були сприятливими для прояву та розвитку кореневих гнилей пшениці озимої, особливо 2020 та 2021 роки.

2. Метеорологічні дані (Гідрометеоцентр, м. Львів, Львівська гідрогеологомеліоративна станція, пункт спостереження – Оброшине)

Показники	Роки, місяці							
	Багато-річні	2019	2020	2021	Багато-річні	2019	2020	2021
	вересень				жовтень			
Температура повітря*, °С	13,1	14,2	15,3	13,3	8,0	10,5	11,1	8,4
Опади, мм	55	47,6	95,5	73,2	57	24,8	44,3	8,0
	листопад				грудень			
Температура повітря, * °С	2,4	6,5	4,2	4,8	-1,8	2,7	1,1	-1,6
Опади, мм	48	41,4	17,2	29,8	48	49,9	48,5	87,7
	січень				лютий			
	Багато-річні	2020	2021	2022	Багато-річні	2020	2021	2022
Температура повітря, °С	-4,6	0,7	-1,3	-0,7	-3,7	2,5	-2,1	1,8
Опади, мм	40	28,4	47,9	52,3	43	69,7	95,8	25,3
	березень				квітень			
Температура повітря, °С	0,5	4,6	2,0	2,6	7,4	8,9	6,2	6,5
Опади, мм	44	39,9	43,1	17,3	51	7,6	39,9	82,0
	травень				червень			
Температура повітря, °С	12,9	10,8	13,0	13,9	16,3	18,4	18,8	19,7
Опади, мм	85	125,3	55,4	24,3	93	98,4	97,3	31,3
	липень							
Температура повітря, °С	17,5	18,9	21,9	19,5	–	–	–	–
Опади, мм	102	71,9	94,2	85,8	–	–	–	–

Результати та обговорення. Застосування досліджуваних протруйника та бакових сумішей протруйника зі стимулятором росту та мікродобривом для передпосівної обробки насіння пшениці озимої мало позитивний вплив на його посівні якості. Лабораторна схожість насіння пшениці озимої у варіанті тільки з протруйником впродовж

2020–2022 рр. була вищою, ніж на контролі й становила в середньому 92,0 % (на контролі 88,3 %), польова схожість – 88,7 % (на контролі – 80,7 %), енергія проростання – 91,7 % (на контролі – 88,3 %), густина рослин – 402,3 шт./м² (на контролі – 363,7 шт./м²) (табл. 3). Ще кращими були посівні якості насіння на варіантах, де насіння оброблене баковою сумішшю протруйника зі стимулятором росту та мікродобривом. Так, лабораторна схожість насіння пшениці озимої на цих варіантах була в межах 94,3–95,0 % (на контролі 88,3 %), польова схожість – в межах 90,3–92,0 % (на контролі – 80,7 %), енергія проростання – в межах 93,3–94,0 % (на контролі – 88,3 %), густина рослин – в межах 405,7–409,7 шт./м² (на контролі – 363,7 шт./м²) (табл. 3).

3. Вплив протруйника та бакових сумішей на посівні якості насіння пшениці озимої, 2020–2022 рр.

Варіант досліджу (препарат, норма витрати, л/т)	Схожість,%							
	лабораторна				польова			
	2020	2021	2022	серед- не	2020	2021	2022	серед- не
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контроль	88,0	87,0	90,0	88,3	82,0	80,0	80,0	80,7
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0)	92,0	90,0	94,0	92,0	91,0	88,0	87,0	88,7
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0)	95,0	92,0	96,0	94,3	92,0	90,0	89,0	90,3
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофер- мин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0)	95,0	93,0	96,0	94,7	92,0	91,0	90,0	91,0
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофер- мин P (3,0 + 0,5 + 1,0)	96,0	93,0	96,0	95,0	93,0	92,0	91,0	92,0
	Енергія проростання, %				Густина рослин, шт./м ²			
	2020	2021	2022	серед- не	2020	2021	2022	серед- не
Контроль	90,0	88,0	87,0	88,3	351	360	380	363,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0)	94,0	90,0	91,0	91,7	393	397	417	402,3
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0)	96,0	92,0	92,0	93,3	397	400	420	405,7
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0)	96,0	93,0	93,0	94,0	400	401	421	407,0
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0)	96,0	93,0	93,0	94,0	402	403	424	409,7

Розвиток корневих гнилей на рослинах пшениці озимої у фазі кушіння в середньому за 2020–2022 рр. був наступним (табл. 4, рис. 1):

– на контролі (насіння не оброблене) – 11,0 %;

– у варіанті, де насіння оброблене протруйником Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0 л/т) – 1,0 %, технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень становила 91,0 %;

– у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,6 %, технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень становила 94,3 %.

4. Технічна ефективність протруйників проти збудників корневих гнилей на посівах пшениці озимої, 2020–2022 рр.

Варіант дослідження (препарат, норма витрати, л/т)	Розвиток хвороби, %				Ефективність дії препаратів, %			
	2020	2021	2022	середнє	2020	2021	2022	середнє
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фаза кушіння								
Контроль	14,0	9,0	10,0	11,0	–	–	–	–
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0)	1,0	0,0	2,0	1,0	92,9	100	80,0	91,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0)	1,0	0,0	1,0	0,6	92,9	100	90,0	94,3
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофер- мин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0)	0,0	0,0	1,0	0,3	100	100	90	96,7
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофер- мин P (3,0 + 0,5 + 1,0)	0,0	0,0	0,0	0,0	100	100	100	100
Перед збиранням врожаю								
Контроль	79,0	73,0	67,0	73,0	–	–	–	–
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0)	29,0	33,0	20,0	27,3	63,3	54,8	70,1	62,7
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0)	28,0	31,0	18,0	25,6	64,6	57,5	73,1	65,1
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофер- мин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0)	28,0	29,0	19,0	25,3	64,6	55,7	71,6	65,5
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофер- мин P (3,0 + 0,5 + 1,0)	26,0	30,0	15,0	23,7	67,1	58,9	77,6	67,6

– у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,3 %, технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень становила 96,7 %;

– у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0 %, технічна

ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень була 100-відсоткова.

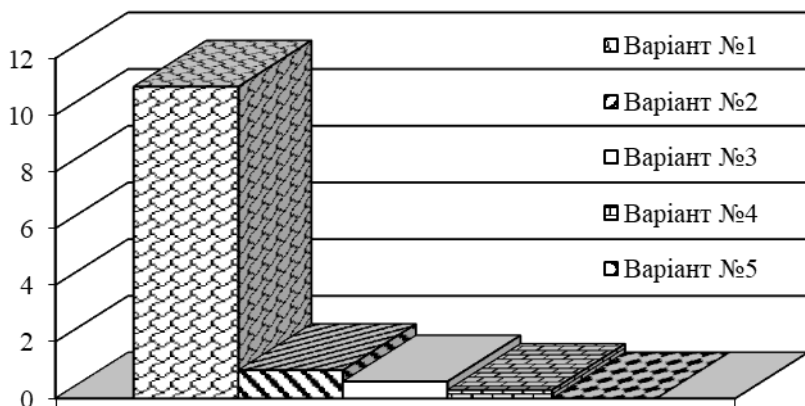


Рис. 1. Вплив баккових сумішей для протруювання насіння на розвиток кореневих гнилей пшениці озимої (фаза кущіння), 2020–2022 рр.

Розвиток кореневих гнилей на рослинах пшениці озимої перед збиранням врожаю в середньому за 2020–2022 рр. був наступним (табл. 4, рис. 2):

- на контролі (насіння не оброблене) – 73,0 %;
- у варіанті, де насіння оброблене протруйником Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0 л/т) – 27,3 %, технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень – 62,7 %;
- у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 25,6 %, технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень – 65,1 %;
- у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 25,3 %, технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень – 65,5 %;
- у варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 23,7 %, технічна ефективність препарату проти хвороби за роки досліджень – 67,6 %.

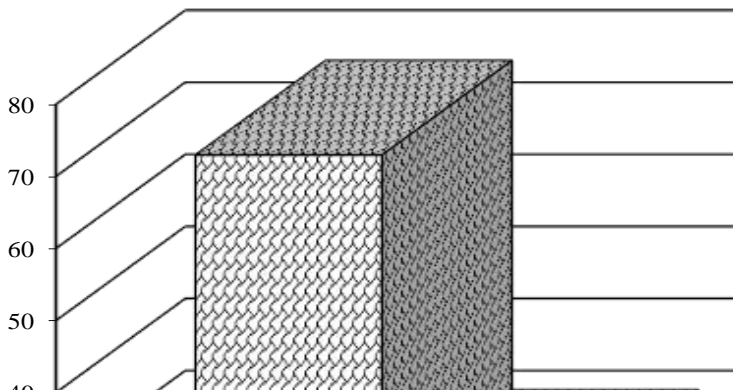


Рис. 2. Вплив бакових сумішей для протруювання насіння на розвиток корневих гнилей пшениці озимої (перед збиранням врожаю), 2020–2022 рр.

Внаслідок оздоровчої дії препаратів для протруювання насіння збережений врожай пшениці озимої за роки досліджень (2020–2022 рр.) становив 0,63–0,86 т/га, зокрема при застосуванні: протруйника Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0 л/т) – 0,63 т/га, маса 1000 насінин – 41,9 г (в контролі – 38,4 г); бакової суміші Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,7 т/га, маса 1000 насінин – 42,1 г; бакової суміші Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,75 т/га, маса 1000 насінин – 42,2 г; бакової суміші Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т – 0,86 т/га, маса 1000 насінин – 42,4 г.

Отже, найбільший збережений врожай пшениці озимої за роки досліджень одержано на варіанті, де зерно протруєне баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул P (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т (табл. 5).

Умовно чистий прибуток пшениці озимої на цьому варіанті за роки досліджень був в межах 7205,0–9970,0 грн/га (в середньому 8830,0 грн/га), рентабельність – від 49,76 до 58,18 % (в середньому 52,48 відсотка (табл. 6).

5. Господарська ефективність бакових сумішей для протруювання насіння на пшениці озимій, 2020–2022 рр.

Варіант досліджу (препарат, норма витрати, л/т)	Урожайність, т/га				Маса 1000 насінин, г			
	2020	2021	2022	серед- не	2020	2021	2022	серед- не
Контроль	2,61	3,1	3,3	3,0	36,8	37,0	41,3	38,4
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0)	3,27	3,53	4,1	3,63	39,2	39,3	46,8	41,9
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,30	3,61	4,2	3,70	39,3	39,8	47,3	42,1
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин Zn (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,52	3,64	4,1	3,75	39,4	40,0	47,2	42,2
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,67	3,62	4,3	3,86	39,6	39,8	47,8	42,4
НІР ₀₅	0,014	0,02	0,03		0,2	0,4	0,3	

Висновки. Комплексне застосування протруйника зі стимулятором росту та мікродобривами для передпосівної обробки насіння мало позитивний вплив на посівні якості насіння пшениці озимої. Найвищу технічну ефективність проти корневих гнилей на посівах пшениці озимої за 2020–2022 рр. відзначено на варіанті, де насіння оброблене Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермин P (3,0 + 0,5 + 1,0) л/т, яка на кінець вегетації пшениці озимої в середньому становила 67,6 відсотка. Збережений врожай пшениці озимої відносно контролю при застосуванні такої бакової суміші в середньому за 2020–2022 рр. становив 0,86 т/га, умовно чистий прибуток – 8830,0 грн/га, рентабельність – 52,48 відсотка.

6. Економічна ефективність застосування препаратів для протруювання насіння на посівах пшениці озимої, 2020–2022 рр.

Варіант досліду (препарат, норма витрати, л/т)	Уро-	Вартість	Затрати на	Дола-	Собівар-	Умовно	Рента-	
	жай-	урожаю,	вирощування	га-	ність	вироб-	чистий	бель-
1	т/га	грн.	грн/га	урожай,	ництва,	прибуток,	грн/т	ність,
	2	3	4	т/га	грн/т	7	6	%
2020								
Контроль	2,61	15660	13050	–	5000,00	2610,0	2610,0	20,00
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0) – фон	3,27	19620	13790	0,66	4217,13	5830,0	5830,0	42,27
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К +								
Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,30	19800	13910	0,69	4215,15	5890,0	5890,0	42,34
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К +								
Оракул колофермін Zn (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,52	21120	13915	0,91	3953,13	7205,0	7205,0	51,77
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К +								
Оракул колофермін Р (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,67	22020	13 920	1,06	3729,92	8100,0	8100,0	58,18
2021								
Контроль	3,1	21700	16 050	–	5177,42	5650,0	5650,0	35,00
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0) – фон	3,53	24710	16790	0,43	4756,37	7920,0	7920,0	47,17
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К +								
Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,61	22270	16910	0,51	4684,21	8360,0	8360,0	49,44
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К +								
Оракул колофермін Zn (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,64	25480	16915	0,54	4646,98	8565,0	8565,0	50,64

1	2	3	4	5	6	7	8
2022							
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермін Р (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,62	25340	16920	0,52	4674,03	8420,0	49,76
Контроль	3,3	23100	18060	–	5472,7	5040,0	27,90
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0) – фон	4,1	28700	19800	0,8	4829,3	8900,0	44,9
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0)	4,2	29400	20120	0,9	4790,5	9280,0	46,1
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермін Zn (3,0 + 0,5 + 1,0)	4,1	28700	20125	0,8	4908,5	8575,0	42,6
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермін Р (3,0 + 0,5 + 1,0)	4,3	30100	20130	1,0	4681,4	9970,0	49,5
Середнє за 2020–2022 рр.							
Контроль	3,0	20153,33	15720	–	5216,7	4433,3	27,60
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (3,0) – фон	3,63	24343,33	16793,33	0,63	4600,9	7550,0	44,78
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул насіння (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,70	24823,33	16980	0,7	4563,3	7843,3	45,96
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермін Zn (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,75	25100	16985	0,75	4502,9	8115,0	48,33
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Вимпел К + Оракул колофермін Р (3,0 + 0,5 + 1,0)	3,86	25820	16990	0,86	4361,8	8830,0	52,48

Список використаної літератури

1. Бакай І. Д., Михайленко С. В. Ураження фузаріозною кореневою гниллю в різних зонах вирощування пшениці озимої у 1987–2015 рр. *Захист і карантин рослин*. 2020. Вип. 65. С. 17–34.

2. Використання біопрепаратів-перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій / М. О. Остапчук та ін. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 2. С. 5–17.

3. Вплив композицій фунгіцидів на ефективність контролювання видів fusarium та продуктивність пшениці озимої / В. Швартау та ін. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 7–8. С. 23–28.

4. Вплив попередників і строків сівби пшениці озимої на зимостійкість та ураженість фітопатогенами / О. А. Бараболя та ін. *Вісник Полтавської державної академії*. 2021. № 2. С. 31–37.

5. Вплив протруйників із стимулятором росту і мікродобривом на посівні якості та врожайність пшениці озимої / А. А. Сіроштан та ін. *Миронівський вісник*. 2019. Том. 8. С. 63–67.

6. Вплив регуляторів росту на морфогенез та антиоксидантну активність листків рослин м'якої пшениці, інфікованих *Acholeplasma laidlawii* var. granulum штам 118 / В. П. Патиця та ін. *Физиология растений и генетика*. 2016. Т. 48. № 1. С. 50–55.

7. Вплив регуляторів росту рослин на стимуляцію процесів проростання насіння пшениці озимої / О. П. Волошук та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. 56 (2). С. 9–15.

8. Горшар О., Педаш Т. Мікофлора насіння пшениці озимої як джерело інфекції кореневих гнилей в умовах Північного Степу. *Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 105–108.

9. Грицюк Н. В. Вплив комплексних препаратів для передпосівної обробки насіння на ураженість кореневими гнилями та продуктивність пшениці озимої. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 63–71.

10. Грицюк Н. В. Стійкість сортів

References

1. Bakay I. D., Mykhaylenko S. V. Fusarium root rot in different zones of winter wheat threshing in 1987–2015. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 2020. Vol. 65. P. 17–34.

2. The use of biological preparations is a promising direction for the improvement of agricultural technologies / M. O. Ostapchuk et al. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2015. No 2. P. 5–17.

3. The influence of fungicide compositions on the effectiveness of fusarium species control and the productivity of winter wheat / V. Shvartau et al. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2019. No 7–8. P. 23–28.

4. Influence of predecessors and sowing dates of winter wheat on winter hardiness and damage by phytopathogens / O. A. Barabolya et al. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi akademiyi*. 2021. No 2. P. 31–37.

5. The influence of anti-poisoners with a growth stimulator and microfertilizer on the sowing quality and yield of winter wheat / A. A. Siroshstan et al. *Myronivskyy visnyk*. 2019. Vol. 8. P. 63–67.

6. Effect of growth regulators on morphogenesis and antioxidant activity of leaves of soft wheat plants infected with *Acholeplasma laidlawii* var. granulum strain 118 / V. P. Patyky et al. *Fyzyolohyya rasteniy u henetyka*. 2016. Vol. 48. No 1. P. 50–55.

7. The effect of plant growth regulators on the stimulation of winter wheat seed germination processes / O. P. Voloshchuk et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytstvo*. 2014. 56 (2). P. 9–15.

8. Horshchar O., Pedash T. Mycoflora of winter wheat seeds as a source of root rot infection in the Northern Steppe. *Byuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrayiny*. 2015. No 8. P. 105–108.

9. Hrytsyuk N. V. Influence of complex preparations for pre – sowing seed treatment on root rot and productivity of winter wheat. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 2013. Vol. 59. P. 63–71.

пшениці озимої проти фузаріозної інфекції за різних строків ураження. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 10 (207). С. 1–3.

11. Грищок П. М. Перспективи зерновиробництва та експорту зерна з України в контексті світової продовольчої кризи. Проблеми раціонального використання соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіону: фінансова політика та інвестиції. 2013. 19 (4). С. 87–97.

12. Дергачов О. Л. Урожайність нових сортів пшениці залежно від попередників та строків сівби в Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2015. Том. 1. С. 226–235.

13. Дереча О., Грищок Н., Бакалова А. Ефективність сумісного застосування фунгіцидів і азотних добрив для захисту пшениці озимої від вироб в умовах Північного Лісостепу. *Вісник Львів. нац. аграрного ун-ту. Серія «Агрономія»*. 2018. № 22 (2). С. 112–118.

14. ДСТУ 4138 – 2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 01.01.04]. К. : Держстандарт України, 2003. 173 с.

15. Ефективність гумінових стимуляторів за умови передпосівної обробки насіння зернових культур / М. М. Маренич та ін. *Вісник Полтавської державної академії*. 2020. № 3. С.70–78.

16. Ефективність протруйників проти кореневих гнилей пшениці озимої / К. І. Яцух та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (1). С.166–182.

17. Ефективність стимуляторів для передпосівної обробки насіння пшениці озимої / В. В. Гангур та ін. *Вісник Полтавської державної академії*. 2020. № 3. С.40–45.

18. Застосування регулятора росту рослин Вимпел на пшениці озимій в умовах Степу / О. В. Ремесло та ін. *Вісник аграрної науки*. 2013. (12). С. 33–35.

19. Калитка В. В., Кліпакова Ю. О. Інтенсивність перекисного окислення ліпідів при проростанні насіння пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) за дії протруйників і регуляторів росту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016.

10. Hrytsyuk N. V. Resistance of winter wheat varieties against Fusarium infection at different stages of lesion. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 2013. No 10 (207). P. 1–3.

11. Hrytsyuk P. M. Prospects of grain production and export of grain from Ukraine in the context of the world food crisis. *Problemy ratsionalnoho vykorystannya sotsialno-ekonomichnoho ta pryrodno-resursnoho potentsialu rehionu : finansova polityka ta investytsiyi*. 2013. 19 (4). P. 87–97.

12. Derhachov O. L. Yield of new wheat varieties depending on predecessors and sowing dates in the Forest Steppe of Ukraine. *Myronivskyy visnyk*. 2015. Vol. 1. P. 226–235.

13. Derecha O., Hrytsyuk N., Bakalova A. The effectiveness of the combined use of fungicides and nitrogen fertilizers to protect winter wheat from diseases in the Northern Forest Steppe. *Visnyk Lviv. nats. ahrarnoho un-tu. Ser. «Ahronomiya»*. 2018. No 22 (2). P. 112–118.

14. DSTU 4138 – 2002. Seeds of agricultural crops. Methods of determining quality. [Effective from 01.01.04]. Kyiv : Derzhstandard of Ukraine, 2003. 173 p.

15. Effectiveness of humic stimulators under conditions of pre-sowing treatment of cereal seeds / M. M. Marenych et al. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi akademiyi*. 2020. No 3. P.70–78.

16. Effectiveness of poisons against root rots of winter wheat / K. I. Yatsukh et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyctvo*. 2021. Vol. 70 (1). P. 166–182.

17. Effectiveness of stimulants for pre-sowing treatment of winter wheat seeds / V. V. Hanhur et al. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi akademiyi*. 2020. No 3. P. 40–45.

18. Application of plant growth regulator Vimpel on winter wheat in the conditions of Steppe / O. V. Remeslo et al. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2013. (12). P. 33–35.

19. Kalytka V. V., Klipakova Yu. O. Intensity of lipid peroxidation during germination of winter wheat (*Triticum*

Вип.1 (88). С. 81–91.

20. Калитка В. В., Кліпакова Ю. О., Золотухіна З. В. Вплив регулятора росту та різнокомпонентних протруйників на проростання насіння пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). *Науковий вісник НУБіП, серія Агрономія*. 2016. Вип. 235. С. 24–33.

21. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи в системах інтенсивного та органічного землеробства Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2020. № 1–2. С. 3–18.

22. Кліпакова Ю. О., Білоусова З. В. Вплив передпосівної обробки насіння та погодних умов року на урожайність та якість зерна пшениці озимої. *Зрошуване землеробство*. 2018. Вип. 69. С. 41–45.

23. Кліпакова Ю. О., Прісс О. П. Вплив передпосівної обробки насіння на осінньо-зимовий період вегетації рослин пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). *Вісник ХНАУ. Секція «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2018. № 1. С. 203–214.

24. Коваленко О., Іщенко С. Вплив біорегуляторів росту на проростання насіння пшениці озимої. *Аграрна наука та освіта Поділля*. 2017. С. 91–94.

25. Крючкова Л. О., Грицюк Н. В. Кореневі гнилі пшениці озимої – поширення в Північному Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 2. С. 9–12.

26. Кузьменко Н. В., Авраменко С. В., Глубокий О. М. Хімічний захист пшениці м'якої озимої від кореневих гнилей. *Зернові культури*. Том 5. № 2. 2021. С. 383–389.

27. Маренич М. М. Передпосівна обробка насіння як елемент управління продуктивним потенціалом пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 4. С. 42–46.

28. Маренич М. М., Юрченко С. О. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур залежно від застосування стимуляторів росту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 1/2. С. 18–21.

29. Маслак О., Льченко В., Льченко О.

aestivum L.) seeds under the action of pesticides and growth regulators. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomorya*. 2016. Vol. 1 (88). P. 81–91.

20. Kalytka V. V., Klipakova Yu. O., Zolotukhina Z. V. Influence of growth regulator and multicomponent disinfectants on germination of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Naukovyy visnyk NUBiP. Seriya Ahronomiya*. 2016. Vol. 235. P. 24–33.

21. Kaminsky V. F., Asanishvili N. M. Economic efficiency of corn growing technologies in systems of intensive and organic farming of the Forest Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTS «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2020. No 1–2. P. 3–18.

22. Klipakova Yu. O., Bilousova Z. V. Influence of pre-sowing seed treatment and weather conditions of the year on the yield and grain quality of winter wheat. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2018. Vol. 69. P. 41–45.

23. Klipakova Yu. O., Priss O. P. Influence of pre-sowing seed treatment on the autumn-winter vegetation period of winter wheat plants (*Triticum aestivum* L.). *Visnyk KHNAU. Sektsiya «Roslynnystvo, selektsiya i nasynnystvo, plodoovochivnystvo i zberihannya»*. 2018. No 1. P. 203–214.

24. Kovalenko O., Ishchenko S. The influence of growth bioregulators on the germination of winter wheat seeds. *Ahrarna nauka ta osvita Podillya*. 2017. P. 91–94.

25. Kryuchkova L. O., Hrytsyuk N. V. Root rot of winter wheat – distribution in the Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2014. No 2. P. 9–12.

26. Kuzmenko N. V., Avramenko S. V., Hlubokyy O. M. Chemical protection of soft winter wheat against root rot. *Zernovi kultury*. Vol. 5. No 2. 2021. P. 383–389.

27. Marenych M. M. Pre-sowing seed treatment as an element of control of productive of winter wheat. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahraryoi akademiyi*. 2017. No 4. P. 42–46.

28. Marenych M. M., Yurchenko S. O. Sowing properties of seeds of agricultural crops depending on application of growth

- Ефективність вирощування пшениці озимої. *Здоров'я рослин: Озимі зернові – пшениця, ячмінь, жито : збірник. Сер. «Агрономія сьогодні»*. Київ : ТОВ «Прес-Медіа», 2016. № 4. С. 7–13. URL: <http://repo.sau.sumy.ua>.
30. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ, 2001. 448 с.
31. Михальська Л. М. Ефективні комплекси протруйників на посівах пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 6. С. 25–28.
32. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : метод. посіб. / за ред. В. П. Омелюти. Київ, 1984. 296 с.
33. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко та ін.; за ред. проф. В. О. Єщенка. Вінниця, 2014. 332 с.
34. Педаш Т. М., Педаш О. О., Горшар О. А. Поширення і розвиток кореневих гнилей залежно від фаз розвитку пшениці озимої та попередника. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 247–251.
35. Підвищення регуляторами росту імунітету рослин до патогенних грибів, шкідників і нематод / В. А. Циганкова та ін. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2013. Т. 45, № 2. С. 138–147.
36. Попова Л. В. Вивчення впливу регуляторів росту на урожайність озимої пшениці, при різних способах їх застосування, в умовах Комітернівського району Одеської області. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2015. Вип. 76. С. 59–64.
37. Суденко В. Ю. Посівні якості та врожайність насіння пшениці м'якої ярої залежно від передпосівної обробки протруйниками та мікродобривами. *Миронівський вісник*. 2016. Том. 3. С. 160–169.
38. Трибель С. О., Стригун О. О. Захист рослин – реальний напрям збільшення виробництва рослинницької продукції. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 324–336.
39. Урожайність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння / Ю. О. Кліпакова та ін. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 4. С. 16–23.
40. Яцук К. І., Тимчук І. С. stimulators. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*. 2016. No 1/2. P. 18–21.
29. Maslak O., Ilchenko V., Ilchenko O. Efficiency of growing winter wheat. *Zdorovya roslin: Ozymi zernovi – pshenytsya, yachmin, zhyto : zbiryk. Ser. «Ahronomiia sohodni»*. Kyiv : TOV «Pres-Media», 2016. No 4. P. 7–13. URL: <http://repo.sau.sumy.ua>.
30. Methods of testing and application of pesticides / za red. S. O. Trybelya. Kyiv, 2001. 448 p.
31. Mykhalska L. M. Effective complexes of poisoners on winter wheat crops. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2015. No 6. P. 25–28.
32. Accounting of pests and diseases of crops : metod. posib. / za red. V. P. Omeliuty. Kyiv, 1984. 296 p.
33. Fundamentals of scientific research in agronomy / V. O. Yeshchenka et al. ; za red. prof. V. O. Yeshchenka. Vinnytsya. 2014. 332 p.
34. Pedash T. M., Pedash O. O., Horshchar O. A. Distribution and development of root rots depending on the phases of development of winter wheat and predecessor. *Zakhyst i karantyn roslin*. 2014. Vol. 60. P. 247–251.
35. Growth regulators increase the immunity of plants to pathogenic fungi, pests and nematodes / V. A. Tsyhankova et al. *Fyzyolohyya y byokhymyya kulturnykh rastenyi*. 2013. Vol. 45, No. 2. P. 138–147.
36. Popova L. V. Study of the effect of growth regulators on the yield of winter wheat, with different methods of their application, in the conditions of the Komiterniv district of the Odesa region. *Ahrarnyy visnyk Prychornomor'ya*. 2015. Vol. 76. P. 59–64.
37. Sudenko V. Yu. Sowing qualities and yield of soft spring wheat seeds depending on pre-sowing treatment with poisons and microfertilizers. *Myronivskyy visnyk*. 2016. Vol. 3. P. 160–169.
38. Trybel S. O., Stryhun O. O. Plant protection – a real direction to increase the production of plant products. *Zakhyst i karantyn roslin*. 2013. Vol. 59. P. 324–336.
39. Yield of winter wheat depending on pre-sowing seed treatment

Протруювання насіння в інтегрованому захисті колосових культур. *Пропозиція*. 2012. № 2. С. 84–85.

/ Yu. O. Klyakova et al. *Visnyk ahraryi nauky*. 2019. No. 4. P. 16–23.

40. Yatsukh K. I., Tymchuk I. S. Seed treatment in integrated protection of ear crops. *Propozytsiya*. 2012. No. 2. P. 84–85.

Отримано 29 березня 2023 р.

Погоджено до друку 14 серпня 2023 р.

ТВАРИНИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-12

UDC 574.23:591.5:577.115:638

Y. F. RIVIS¹, V. O. POSTOENKO², doctors of agricultural sciences

I. I. SARANCHUK³, O. I. STADNYTSKA¹, O. Ya. KLYM¹, O. B. DIACHENKO¹,

A. V. SHELEVACH¹, candidates of agricultural sciences

O. O. HOPANENKO⁴, candidate of biological sciences

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS

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

81115, e-mail: rivisjf@gmail.com

²National Scientific Center “Institute of beekeeping named after P. I. Prokopovych”

Zabolotnoho street, 19, Kyiv city, 03680, e-mail: nnc_ibkiev@ukr.net

³Bukovyna state agricultural experimental station of the IACR NAAS

B. Kryzhanivskoho street, 21-a, Chernivtsi city, 58025,

e-mail: saranchukiv@gmail.com

⁴Andrei Krupynskyi Lviv Medical Academy

Doroshenka street, 70, Lviv city, 79000, e-mail: hopanenko@gmail.com

REPRODUCTIVE ABILITY OF QUEEN BEES UNDER THE INFLUENCE OF HEAVY METALS AND FATTY ACIDS OF BEE POLLEN

In the literature, there are only fragmentary data on the content of heavy metals and fatty acids in bee pollen and tissues of honey bees kept in different natural zones of the Carpathian region.

The aim of the work was to determine the relationship between the content of Zinc, Copper, Lead, Cadmium and unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 families in bee pollen and the intensity of egg-laying by queen bees kept in hives located in separate natural zones of the Carpathian region.

Experimental apiaries of clinically healthy honey bees of the Carpathian breed were selected on the basis of private apiary farms in the mountain, foothill and forest-steppe zones of the Lviv region. In order to assess the intensity of man-made load on the environment, where experimental honey bee apiaries are located, the content of heavy metals in the topsoil, bee comb and abdominal tissues of honey bees was determined. In the second half of the spring period, in each of the above-described natural areas of the Carpathian region, in 3 apiaries and in each of 3 hives, samples of bee pollen and honey bees were taken for laboratory research. In addition, samples of the arable layer of the soil were taken in the radius of the useful flight of honey bees. In each of the above-described natural zones of the Carpathian region, in 3 apiaries and in each of 3 hives in the second half of the spring period, for 36 days, every twelfth day, the intensity of egg-laying of queen bees was studied.

© Rivis Y. F., Postoienko V. O., Saranchuk I. I.,
Stadnytska O. I., Klym O. Ya., Diachenko O. B.,
Shelevach A. V., Hopanenko O. O., 2023

The content of heavy metals, including toxic ones, was determined in selected samples of the topsoil, bee pollen and honey bee abdominal tissues. The content of unsaturated fatty acids in samples of bee pollen and honey bee tissues was determined as well.

It has been established that Cuprum and especially Zinc are characterized by relatively high coefficients of transition from the arable soil layer to bee colony in various natural zones of the Carpathian region. At the same time, the transfer coefficients of Cadmium and especially Plumbum into bee pollen are very low. It was recorded that in the direction from the mountain to the foothills and forest-steppe zone of the Carpathian region, the coefficient of transition of Zinc from the arable layer of the soil to the bee colony decreases. At the same time, the assimilation of Cadmium by plants increases.

In the direction from the mountain to the foothills and forest-steppe zone of the Carpathian region, due to the high concentration of Zinc, Copper, Plumbum and especially Cadmium, the value of unsaturated fatty acids of bee pollen for intensive egg-laying of queen bees decreases. The egg-laying intensity of queen bees kept in hives located in the foothills and especially in the forest-steppe zones of the Carpathian region is lower than that of queen bees in the mountainous zone.

Bee pollen and abdominal tissues of honey bees can serve as a bioindicator of the ecological state of the environment by the content of heavy metals and unsaturated fatty acids. An integrated indicator such as the intensity of egg-laying by queen bees can also serve as a good bioindicator of the ecological state of the environment.

Keywords: natural zones of the Carpathian region, arable soil layer, bee pollen, abdominal tissue of honey bees, heavy metals, fatty acids, egg-laying intensity of bee queens, bioindicator.

Рівіс Й. Ф.¹, Постоеько В. О.², Саранчук І. І.³, Стадницька О. І.¹, Клим О. Я.¹, Дяченко О. Б.¹, Шелевач А. В.¹, Гопаненко О. О.⁴

¹Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

²ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича»

³Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

⁴Львівська медична академія імені Андрея Крупинського

Відтворна здатність бджолиних маток за впливу важких металів і жирних кислот бджолиного обніжжя

У літературі є тільки фрагментарні дані щодо вмісту важких металів і жирних кислот у бджолиному обніжжі та тканинах медоносних бджіл, яких утримують у різних природних зонах Карпатського регіону.

Метою роботи було зафіксувати зв'язок між вмістом Цинку, Купруму, Плюмбуму і Кадмію й ненасичених жирних кислот родин омега-3, омега-6, омега-7 і омега-9 у бджолиному обніжжі та інтенсивністю яйцекладки бджолиних маток, яких утримують у вуликах, розміщених в окремих природних зонах Карпатського регіону.

Підослідні пасіки клінічно здорових медоносних бджіл породи карпатська було підібрано на базі приватних пасічних господарств гірської, передгірної та лісостепової зон Львівської області. Для оцінки інтенсивності

техногенного навантаження на довкілля, де знаходяться піддослідні пасіки медоносних бджіл, визначали вміст важких металів в орному шарі ґрунту, бджолиному обніжжі та тканинах черевця медоносних бджіл. У другій половині весняного періоду в кожній із описаних вище природних зон Карпатського регіону на 3 пасіках і на кожній із 3 вуликів для лабораторних досліджень відбирали зразки бджолиного обніжжя та медоносних бджіл. До того ж у радіусі корисного льоту медоносних бджіл відбирали зразки орного шару ґрунту. Крім того, в кожній із описаних вище природних зон Карпатського регіону на 3 пасіках і на кожній на 3 вуликах у другій половині весняного періоду впродовж 36 діб щодванадцятій доби досліджували інтенсивність яйцекладки бджолиних маток. У відібраних зразках орного шару ґрунту, бджолиного обніжжя та тканин черевця медоносних бджіл визначали вміст важких металів, зокрема токсичних, а в зразках бджолиного обніжжя та тканин медоносних бджіл – ненасичених жирних кислот.

Встановлено, що Купрум та особливо Цинку властиві відносно високі коефіцієнти переходу з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя в різних природних зонах Карпатського регіону. Водночас коефіцієнти переходу Кадмію та особливо Плюмбуму в бджолине обніжжя є дуже низькими. Зафіксовано, що в напрямі від гірської до передгірної та лісостепової зони Карпатського регіону знижується коефіцієнт переходу Цинку з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя. Водночас зростає засвоєння рослинами Кадмію.

У напрямі від гірської до передгірної та лісостепової зони Карпатського регіону через високу концентрацію Цинку, Купрум, Плюмбуму й особливо Кадмію знижується цінність ненасичених жирних кислот бджолиного обніжжя для інтенсивної яйцекладки бджолиних маток. Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, яких утримують у вуликах, розміщених у передгірній та особливо в лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиними матками гірської зони є меншою.

Бджолине обніжжя та тканини черевця медоносних бджіл за вмістом важких металів і ненасичених жирних кислот можуть слугувати біоіндикатором екологічного стану довкілля. Добрим біоіндикатором екологічного стану довкілля може слугувати також такий інтегрований показник, як інтенсивність яйцекладки бджолиних маток.

Ключові слова: природні зони Карпатського регіону, орний шар ґрунту, бджолине обніжжя, тканини черевця медоносних бджіл, важкі метали, жирні кислоти, інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, біоіндикатор.

Introduction. The problem of heavy metals and fatty acids in the chain of bee pollen – bee tissues is as follows [19]. Heavy metals and fatty acids are involved in the functional activity of bee body tissues [8]. Heavy metals and fatty acids, depending on the amount and composition, can change the supply of bees' body tissues with energetic, structural, biologically active and antimicrobial material [28]. This is due to the fact that bee tissues are capable of synthesizing only saturated and monounsaturated fatty acids using enzyme systems dependent on heavy metals [14, 34]. Bee tissues are unable to synthesize polyunsaturated fatty

acids. Therefore, such essential polyunsaturated fatty acids as linoleic and linolenic should enter their body with food [12, 19, 22, 31, 26].

The main source of indispensable (essential) α -linoleic and α -linolenic acids in diets of bees is bee pollen (plant pollen) [12, 19, 22, 31, 39, 40]. The above mentioned polyunsaturated fatty acids are dominant in the fatty acid composition of bee pollen [14, 40]. Even longer-chain and more unsaturated fatty acids of the omega-6 and omega-3 families, respectively, are synthesized in the tissues of bees from α -linoleic and α -linolenic acids with the help of enzyme systems dependent on heavy metals [22, 31, 34].

A common sign of a deficiency of omega-3 and omega-6 fatty acids in the bee body is a decrease in growth rates, the efficiency of assimilation of feed nutrients, suppression of immunity, and a decrease in productive signs [39, 40].

In the literature, there are only fragmentary data on the content of heavy metals and fatty acids in bee honey taken from hives located in the mountain, foothill and forest-steppe zones of the Carpathian region, where there are different natural and climatic conditions and ecological situation [28].

The aim of the work was to determine the relationship between the content of Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium and unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 families in bee pollen and the intensity of egg-laying by queen bees kept in hives located in different natural zones of the Carpathian region.

Materials and methods. Experimental apiaries of clinically healthy honey bees of the Carpathian breed (*Apis mellifera (L) carpatica*) were selected on the basis of private apiaries in mountain (Slavsko village, Stryi district), foothills (Nyzhnia Stynava village, Stryi district) and forest-steppe (Myklashiv village, Lviv district) zones of Lviv region.

In order to assess the intensity of man-made load on the environment where experimental honey bee apiaries are located, the content of heavy metals (Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium) in the topsoil, bee pollen and abdominal tissues of honey bees was determined.

In the second half of the spring period, in each of the above-described natural zones of the Carpathian region, in 3 apiaries and in each of 3 beehives, samples of bee pollen and honey bees were taken for laboratory research using generally accepted methods [5]. There were 2-year-old queen bees in each experimental hive. In addition, within the useful flight radius (2-4 km) of honey bees, samples of the arable layer of the soil were taken.

In each of the above-described natural zones of the Carpathian region, in 3 apiaries and in each of 3 hives in the second half of the spring

period, the intensity of egg-laying of queen bees was studied every twelfth day for 36 days using a generally accepted method [5]. In particular, the area of closed brood was measured on all nest frames using a 25 cm² (5x5 cm) grid measuring frame. Taking into account that this frame covers 100 bee cells, their total number was calculated, which corresponds to the total egg production of the queen bee during 12 days.

The content of Zinc, Copper, Plumbum, and Cadmium was determined in the selected samples of the topsoil, bee comb and honey bee abdomen tissues, and in the samples of bee comb and honey bee abdomen tissues – unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, and omega-7 and omega-9 families. At the same time, the significance of the level of Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium and unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 families of bee pollen for the reproductive capacity of bees in different natural zones of the Carpathian region was analyzed.

The content of Zinc, Copper, Plumbum, and Cadmium in selected samples of the arable layer of the soil, bee pollen, and abdominal tissues of honey bees was determined on an atomic absorption spectrophotometer (Selmi-115) according to V. V. Vlizlo et al. [2]. The concentration of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7, and omega-9 families in the studied bee pollen and abdominal tissues of honey bees was determined on a gas-liquid chromatographic apparatus (Chrom-5) according to Y. F. Ravis et al. [37].

The obtained digital material was processed by the method of variational statistics using the Student's criterion [4]. Arithmetic mean values (M) and arithmetic mean errors ($\pm m$) were calculated. Differences were considered probable at $p < 0.05$. Computer program Origin 6.0 and Microsoft Excel was used for calculations.

Results and discussion. It was found that in the arable layer of the soil and bee hives of the foothills and forest-steppe zones of the Carpathian region, compared to the conditionally clean mountain zone, there is a higher content of Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium (tables 1 and 2). It is also clear from these tables that the top layer of the soil and bee pollen of the forest-steppe zone of the Carpathian region contains the highest level of the studied heavy metals. At the same time, the content of Plumbum and Cadmium in the arable layer of the soil in the above zone is 1.1 times higher than the maximum permissible concentration [3]. The level of the dangerous element of the first class of toxicity, Cadmium, increases especially significantly in the arable layer of the soil and bee hives, compared to the conditionally clean mountain environment.

1. The content of Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium in the topsoil in different natural zones of the Carpathian region, $g \cdot 10^{-3}/kg$ of air-dry mass ($M \pm m$, $n=3$)

Metal and its symbol	Natural zones of the Carpathian region		
	mountain	foothill	forest-steppe
Zinc, Zn	47,58±4,488	78,52±3,722**	96,13±4,890***
Copper, Cu	21,60±1,391	34,56±1,828**	45,64±2,264***
Plumbum, Pb	19,37±0,784	25,83±1,442*	33,30±2,870***
Cadmium, Cd	2,03±0,088	2,60±0,115*	3,20±0,271***

Note: here and further the differences are probable compared to the mountain zone: * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$.

2. The content of Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium in bee pollen in different natural zones of the Carpathian region, $g \cdot 10^{-3}/kg$ of air-dry mass ($M \pm m$, $n=3$)

Metal and its symbol	Natural zones of the Carpathian region		
	mountain	foothill	forest-steppe
Zinc, Zn	34,39±1,91	39,20±0,900*	42,72±0,872**
Copper, Cu	2,01±0,089	3,02±0,169*	4,20±0,170***
Plumbum, Pb	0,13±0,007	0,16±0,009*	0,21±0,012**
Cadmium, Cd	0,04±0,003	0,07±0,007*	0,10±0,009**

It is believed that the increase in the content of Plumbum in the arable layer of the soil is associated with the intensive movement of motor vehicles [6], and Cadmium – with the introduction of meliorants and mineral fertilizers, in particular phosphogypsum and superphosphate [7]. It is obvious that phosphoric acid residues present in phosphogypsum and superphosphate are able to retain large amounts of harmful Cadmium.

The obtained data characterize the level of man-made environmental pollution in the experimental territories. The high level of Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium in the air and soil is the reason for the increase of their content in bee honey collected in the foothills and forest-steppe zones of the Carpathian region. All this is a consequence of greater urbanization and industrialization of the above territories.

It should be noted that in the forest-steppe zone of the Carpathian region, compared to the mountain zone, the arable layer of the soil has a fairly high content of probiotics Zinc and Copper. These heavy metals in acceptable amounts are absolutely necessary for the normal functioning of plant and animal tissues [32]. But the increased level of toxic Plumbum and Cadmium in the topsoil is apparently able to neutralize the positive effect of probiotic heavy metals on the mentioned tissues.

Data from the literature indicate that although Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium are divalent mineral elements, they have very different coefficients of transition from the topsoil to the root system of plants, from the root system to the stem and leaves, from the stem and leaves to the inflorescence, from inflorescence to pollen [6]. It was established that in the Carpathian region Zinc has a very high coefficient of transition from the arable layer of the soil to the bee colony (Table 3). Copper has a much lower coefficient, Cadmium and especially Plumbum have even lower coefficients.

3. Coefficients of transition of Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium from the arable layer of the soil to bee pollen in different natural zones of the Carpathian region

Metal and its symbol	Natural zones of the Carpathian region		
	mountain	foothill	forest-steppe
Zinc, Zn	0,723	0,499	0,444
Copper, Cu	0,093	0,087	0,092
Plumbum, Pb	0,007	0,006	0,006
Cadmium, Cd	0,020	0,027	0,031

The increased coefficient of the transition of Zinc from the arable layer of the soil to bee pollen may be caused by the fact that this mineral element is extremely necessary for the normal functioning and high activity of male gametophytes [32]. It may also be extremely necessary for the normal functioning and high activity of female gametophytes [9].

The above is apparently related to the fact that Zinc is part of enzymes that, on the one hand, contribute to the protection of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 families from excessive peroxidation, and on the other – to the formation from α -linolenic, α -linoleic and α -oleic acids of even longer-chain and more unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6 and omega-9 families, respectively, and from even longer-chain and more unsaturated fatty acids of the omega-3 and omega-6 families formation a number of biologically active substances, primarily oxylipins and prostaglandins, which are involved in the reproductive capacity of plants and bees, respectively [25, 30, 32, 34].

Oxylipins in plant tissues are synthesized from such polyunsaturated fatty acids as linoleic and linoleic, which have 18 carbon atoms in their chain [31, 34, 35].

The lipoxigenase reaction and the formation of oxyacids are the primary link in the synthesis of oxylipins in plant tissues [35]. Synthesized oxylipins greatly intensify metabolic processes in tissues, growth and death of plants [31, 35].

Prostaglandins are synthesized in every tissue of the bee body only from polyunsaturated fatty acids, which have 20 or more carbon atoms in their chain [27, 29, 30]. During the synthesis of prostaglandins, longer-chain and unsaturated derivatives of linoleic and linolenic acids in the places where double bonds are found, with the help of enzymes such as cyclases, form a ring that has so-called tails, which on the one hand are hydrophilic due to the carboxyl group, and with the second is hydrophobic on the part of the methyl group [34]. Hydrophilic and hydrophobic tails of prostaglandin molecules have different lengths and, as a result, functional activity [27, 30]. Due to the hydrophilic tails of the prostaglandin molecules in the body tissues of bees, the exchange processes of proteins and amino acids are well and strongly regulated, and the hydrophobic tails are of lipids and fatty acids [27, 29, 30]. The most active prostaglandins in the body of bees belong to groups E and F [23, 29, 30]. In addition, very active prostaglandins are marked with symbols α or β . Thus, the very active prostaglandin $F_{2\alpha}$ is directly related to the reproductive capacity of drones and queen bees [23]. The mentioned type of prostaglandin is synthesized in the tissues of bees from eicosatetraenoic-arachidonic acid, which has 20 carbon atoms in its chain. In turn, eicosatetraenoic-arachidonic acid is synthesized in bee tissues from linoleic acid, which has only 18 carbon atoms in its chain [26]. As is known, linoleic acid is not synthesized in the tissues of bees and must enter their body with food [14, 17]. Prostaglandin $F_{2\alpha}$ in the genital tracts of drones and queen bees strongly regulates sperm growth and oocyte growth and fertilization, respectively [10, 23]. The specificity of the action of the mentioned prostaglandin is that it is quickly synthesized in the tissues of the genital organs of drones and bee queens and quickly loses its activity [10, 18].

It was recorded that in the direction from the mountain to the foothills and further to the forest-steppe zone of the Carpathian region, the assimilation of Zinc by plants decreases. This fact is confirmed by the decrease in the coefficient of Zinc transition from the arable layer of the soil to the bee colony (Table 3). Cadmium can be seen to have such an inhibitory effect on the Zinc transport pathway. This is possibly due to the fact that the divalent mineral elements Zinc and Cadmium in plant tissues are competitors for a place in exposure reactions.

It was also established that the assimilation of Cadmium by plants increases in the direction from the mountain to the foothills and further to the forest-steppe zone of the Carpathian region. This result is indicated by the obtained data on the increase in the coefficient of transition of Cadmium from the arable layer of the soil to the bee colony (Table 3). Perhaps in this case, due to the high level of Cadmium present in plants, plant tissues can

no longer protect themselves from excessive intake of the mentioned mineral element.

The high level of Zinc, Copper, Lead, and Cadmium in bee honey, in turn, is the reason for the increase in their content in the tissues of honey bees (Table 4). At the same time, in the tissues of the abdomen of honey bees of the foothills and forest-steppe zones, compared to the conditionally clean mountain environment, there is a higher level of dangerous elements of the first toxicity class - Plumbum (by 1.38–1.70 times) and Cadmium (by 1.78–2, 33 times). Data from the literature indicate that the level of heavy metals in some tissues of honey bees and queen bees corresponds to their concentration in other tissues [34].

4. The content of Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium in the abdominal tissues of honey bees in different natural zones of the Carpathian region, $g \cdot 10^{-3}/kg$ of raw weight ($M \pm m$, $n=3$)

Metal and its symbol	Natural zones of the Carpathian region		
	mountain	foothill	forest-steppe
Zinc, Zn	77,08±1,190	91,32±1,536**	104,24±2,060***
Copper, Cu	0,34±0,012	0,47±0,014**	0,59±0,014***
Plumbum, Pb	0,88±0,035	1,21±0,038**	1,50±0,046***
Cadmium, Cd	0,09±0,009	0,16±0,006**	0,21±0,012**

The problem of heavy metals is as follows. At a physiological level, they are involved in the synthesis, oxidation, deposition and exchange of fatty acids in plant tissues and in the body tissues of bees. In particular, the content of unsaturated fatty acids linolenic, linoleic, palmitoleic, oleic and eicosaenoic was determined in bee honey, and in the tissues of the abdomen of honey bees – unsaturated fatty acids of the omega-3 family (eicosapentaenoic, docosatrienoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic), omega-6 family (eicosatrienoic, eicostetraenoic-arachidonic, docosadienoic and docosatetraenoic), omega-7 family (palmitoleic) and omega-9 family (oleic and eicosaenic). Unsaturated fatty acids in bee pollen and abdominal tissues of honey bees include phospholipids, non-esterified fatty acids, mono-, di- and triacylglycerols [14, 26, 31]. The listed unsaturated fatty acids in bee honey are also included in the composition of esterified phytosterol, and in the tissues of the abdomen of honey bees – esterified cholesterol [11, 26, 31].

It was recorded that the total content of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 families in bee honey obtained from beehives located in foothills (21.09 g/kg of air-dry mass) and especially forest-steppe (18.19) zones of the Carpathian region, compared to

bee honey taken from hives located in the mountain zone (24.32 g/kg of air-dry mass), is smaller (Table 5).

5. The content of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7, and omega-9 families in bee honey in different natural zones of the Carpathian region, g/kg of air-dry mass ($M \pm m$, $n=3$)

Acid and its code	Natural zones of the Carpathian region		
	mountain	foothill	forest-steppe
Polyunsaturated fatty acids of the omega-3 family			
Linolenic, 18:3	16,20±0,358	14,23±0,535*	12,32±0,388**
Polyunsaturated fatty acids of the omega-6 family			
Linoleic, 18:2	3,54±0,136	2,98±0,078*	2,56±0,113**
Monounsaturated fatty acids of the omega-7 family			
Palmitoleic, 16:1	0,25±0,012	0,19±0,012*	0,16±0,009**
Monounsaturated fatty acids of the omega-9 family			
Oleic, 18:1	3,48±0,162	2,95±0,081*	2,53±0,084**
Eikosaenic, 20:1	0,85±0,038	0,74±0,020*	0,62±0,026**

Bees feel the smell and taste of various fatty acids and amino acids of plant pollen [39]. The smell of amino acids and especially fatty acids, unlike pollen sterols, strongly attracts bees to honey plants [26, 39, 40]. At the same time, among the fatty acids of plant pollen, which attract the special attention of honey bees, there are monounsaturated and polyunsaturated fatty acids containing 16 or more carbon atoms in their composition [40]. At the same time, the fatty acids of plant pollen are much more valuable for the body of bees in terms of energy than amino acids [14, 22, 39, 40]. The attractive function of fatty acids in plant pollen is due to their relatively high volatility and specific smell [34], and the energetic function is due to the high ratio of hydrogen and carbon atoms to oxygen atoms in their composition [34, 40].

In addition, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of plant pollen provide antibacterial and antifungal protection of the body of honey bees, bee combs and beehive [14, 19, 25]. Non-esterified forms of fatty acids are particularly active in this regard [15, 38].

Unsaturated fatty acids (linolenic, linoleic, palmitoleic, oleic, and eicosaenic) of bee pollen have an antimicrobial effect due to their high ability to increase the surface activity of the tissues of microorganisms and thus, under normal osmotic pressure of the surrounding environment, strongly inhibit their vital activity [16, 19].

It was established that the content of linolenic, linoleic, palmitoleic, oleic and eicosaenic acids, which are an attractive and energetic material for

bees and provide antimicrobial protection of their body, bee combs and hive, in bee honey obtained from beehives located in the foothills (21.09 g/kg of air-dry mass) and forest-steppe (18.19) zones of the Carpathian region, compared to bee honey taken from hives located in the mountain zone (24.32 g/kg of air-dry mass), is smaller (table. 5).

The main mass of polyunsaturated fatty acids of the omega-3 and omega-6 families in the composition of phospholipids is included in the structure of cellular and cytoplasmic membranes of body tissues and ensures their functional activity and ultimately the vital activity of bees [34]. At the same time, linolenic acid and its longer-chain and unsaturated fatty acids in the body of bees are the initiators of anti-inflammatory processes, and linoleic acid and its longer-chain and unsaturated derivatives are pro-inflammatory [34, 46]. Linolenic and linoleic acids and their longer-chain and unsaturated derivatives act on the body of bees through the corresponding anti-inflammatory and pro-inflammatory cytokines of a peptide nature [21, 36] and such anti-inflammatory and pro-inflammatory eicosanoids as various types of prostaglandins [19].

The effects of pro-inflammatory cytokines, which are abundant in the body of bees, can be characteristic of each tissue separately, are inhibited by certain types of anticytokines [19]. At the same time, there are very few anti-inflammatory cytokines in the body of bees, since they exert their effect on all tissues and do not have inhibitory endogenous anticytokines.

It should be emphasized that pro-inflammatory eicosanoids (certain groups of prostaglandins) in the body of bees are synthesized from polyunsaturated fatty acids of the ω -6 family (eicosatrienoic, eicosatetraenoic-arachidonic, docosatetraenoic) [19]. Data from the literature indicate that the most active pro-inflammatory eicosanoid in the body of bees, especially queen bees, is prostaglandin $F_{2\alpha}$, which is synthesized in their tissues from eicosatetraenoic-arachidonic acid and, in turn, from linoleic acid [19, 24]. Pro-inflammatory prostaglandin $F_{2\alpha}$ promotes the growth and maturation of sperm and the growth and fertilization of oocytes in the reproductive tracts of drones and queen bees, respectively [24]. Thus through functionally active cell and cytoplasmic membranes and biologically active substances, in particular prostaglandins, unsaturated fatty acids, primarily polyunsaturated fatty acids of the omega-3 and omega-6 families, have the most complete and pronounced effect on the reproductive capacity of bees.

Table 5 shows that the largest amount of structural, biologically active and anti-inflammatory forms of linoleic and linolenic acids is contained in bee pollen of the mountain zone of the Carpathian region (19.74 g/kg of air-dry mass), a smaller amount is found in bee pollen in the

foothill zone (17.21), even smaller in the forest-steppe zone (14.88 g/kg of air-dry mass).

A very low level of unsaturated fatty acids, in particular polyunsaturated fatty acids of the omega-3 and omega-6 families in plant pollen, which is the basis of bee pollen, can cause a decrease in the permeability of its structural components to water and water-soluble substances and thereby inhibit the intensity of metabolic processes in it [14, 31]. In turn, a low level of unsaturated fatty acids in bee pollen can contribute to a decrease in the functional activity of cellular and cytoplasmic membranes of the honey bee body and thus inhibit their vital activity [26, 31].

It was established that the total content of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 families in the abdominal tissues of honey bees obtained from hives located in the foothills (17.29 g/kg of raw mass) and especially forest-steppe (16.36) zones of the Carpathian region, compared to the abdominal tissues of honey bees selected from hives located in the mountain zone (21.33 g/kg of raw mass), is smaller (Table 6). Data from the literature indicate that the relative level of unsaturated fatty acids in some tissues of honey bees and queen bees corresponds to their relative concentration in other tissues [34].

6. The content of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7, and omega-9 families in the abdominal tissues of honey bees in different natural zones of the Carpathian region, g/kg raw weight (M±m, n=3)

Acid and its code	Natural zones of the Carpathian region		
	mountain	foothill	forest-steppe
1	2	3	4
Polyunsaturated fatty acids of the omega-3 family			
Linolenic, 18:3	4,62±0,155	3,71±0,058*	3,51±0,060*
Eicosapentaenic, 20:5	2,48±0,140	1,94±0,026*	1,88±0,020*
Docosatrienic, 22:3	0,34±0,006	0,26±0,005*	0,23±0,010*
Docosapentaenic, 22:5	0,53±0,015	0,43±0,006**	0,40±0,007**
Docosahexaenic, 22:6	0,54±0,009	0,47±0,015*	0,45±0,007**
Polyunsaturated fatty acids of the omega-6 family			
Linoleic, 18:2	3,19±0,140	2,55±0,091*	2,45±0,042*
Eicosadienic, 20:2	0,24±0,015	0,19±0,003*	0,16±0,003**
Eicosatrienic, 20:3	0,33±0,015	0,26±0,008*	0,23±0,007*
Eicosatetraenic-arachidonic, 20:4	3,63±0,150	2,99±0,040*	2,87±0,026*
Dokosadienic, 22:2	0,32±0,010	0,23±0,010*	0,20±0,008*

1	2	3	4
Dokozatetraenic, 22:4	0,32±0,009	0,25±0,006**	0,23±0,007**
Monounsaturated fatty acids of the omega-7 family			
Palmitoleic, 16:1	0,09±0,03	0,06±0,003*	0,05±0,006*
Monounsaturated fatty acids of the omega-9 family			
Oleic, 18:1	4,46±0,155	3,76±0,033*	3,54±0,064*
Eikosaenic, 20:1	0,24±0,005	0,19±0,010*	0,16±0,005**

It can be seen from Table 6 that the largest amount of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, which can serve as energy and antimicrobial material, is contained in the abdominal tissues of honey bees of the mountain zone of the Carpathian region (21.33 g/kg of raw weight), a smaller amount is in the abdominal tissues bees in the foothill zone (17.29), even less in the forest-steppe zone (16.36 g/kg of raw weight).

It was recorded (Table 6) that the highest level of polyunsaturated fatty acids of the omega-3 and omega-6 families, which are part of the structure of cell and cytoplasmic membranes and are precursors of prostaglandins and initiators of anti-inflammatory and pro-inflammatory processes, respectively, is contained in the abdominal tissues of honey bees of the mountain zone of the Carpathian region (respectively 8.51 and 8.03 g/kg of raw mass), their level is lower in the tissues of the abdomen of honey bees in the foothills (6.81 and 6.47), and even lower in the forest-steppe zone (6.47 and 6.14 g/kg of raw weight).

It should be noted that in the abdominal tissues of honey bees of the mountain zone of the Carpathian region, compared to the foothills and forest-steppe zone, there is a 1.2–1.3 times higher content of the direct precursor of the highly active prostaglandin $F_{2\alpha}$ – eicosatetraenic-arachidonic acid (Table 6). Prostaglandin $F_{2\alpha}$ synthesized from this acid can maintain the reproductive capacity of drones and especially queen bees at a very high level [21].

Thus, in the forest-steppe natural zone of the Carpathian region, among other zones, due to a decrease in the content, the value of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of bee pollen for the organism of bees, bee combs and beehive decreases most intensively. At the same time, the value of the mentioned fatty acids in the tissues of the abdomen of bees decreases.

The decrease in the content of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in bee pollen and in the tissues of honey bees of the foothills and especially the forest-steppe zones of the Carpathian region, compared to the bee pollen and tissues of honey bees in the mountain zone, is clearly related to their greater transition to the anionic form and the formation of salts. This

is due primarily to the binding of fatty acids by heavy metal cations [13, 26].

High levels of heavy metals, including toxic ones, but low levels of unsaturated fatty acids, in particular polyunsaturated fatty acids of the omega-3 and omega-6 families, in bee pollen and abdominal tissues of honey bees obtained from hives located in foothill and especially forest-steppe zones of the Carpathian region, is a consequence of the urbanization and industrialization of the territory.

From the above follows that in the direction from the mountainous zone of the Carpathian region to the foothills and further to the forest-steppe zone, due to the high level of heavy metals, including toxic ones, the attractive, energetic, structural, biologically active, antimicrobial and anti-inflammatory value of the unsaturated fatty acids of bee pollen decreases for the organism of bees, bee combs and beehive. In the direction mentioned above, the energetic, structural, biologically active, antimicrobial and anti-inflammatory value of unsaturated fatty acids in the tissues of the abdomen of honey bees also decreases for the specified reason. Thus, a high level of Zinc, Copper, Plumbum, and especially Cadmium, but a low level of unsaturated fatty acids, in particular polyunsaturated, in bee honey and in the tissues of the abdomen of bees affects the reproductive capacity of queen bees kept in hives located in the mentioned areas of the Carpathian region.

Table 7 shows that the egg-laying intensity of queen bees kept in hives located in the foothills and especially in the forest-steppe zone of the Carpathian region, compared to queen bees in the mountain zone, in the second half of the spring period is lower by 1.12 and 1.17 times respectively.

A decrease in the egg-laying intensity of queen bees kept in hives located in the foothills and especially in the forest-steppe zone of the Carpathian region, compared to queen bees in the mountain zone, as in the second half of the spring period, due to a decrease in the number of worker bees, can in the future have an extremely negative effect on productive and reproductive features of the bee family.

The decrease in the egg-laying intensity of bee queens is clearly an integrated indicator of the influence of the ecological state of the environment, since the latter also equally affects the reproductive capacity of drones, in particular, their quantitative and qualitative indicators of sperm production. Other scientists also point to the same negative impact of territories polluted with heavy metals on the reproductive characteristics of bees [17].

7. Egg-laying intensity of queen bees in the second half of the spring period in different natural zones of the Carpathian region, pieces of eggs ($M \pm m$, $n=3$)

Natural zones of the Carpathian region		
Mountain	foothill	forest-steppe
Accounting period, April 19		
826,0±24,62	739,3±19,60*	702,7±11,02**
Accounting period, May 1		
1117,7±20,94	930,2±13,56*	879,3±15,24**
Accounting period, May 13		
1391,0±11,52	1307,7±10,10*	1274,0±6,81**
Together for the accounting period, April 19-May 13		
3334,7	2977,2	2856,0

All over the world, the search for means of bioindication of the ecological state of the environment is underway [1, 17]. This is due to the fact that heavy metals, like other environmental pollutants, have a different level of transition in the soil–plant–bee tissue–bee product chain.

It was previously indicated [8] that *Taraxacum officinale* Wigg pollen can serve as a bioindicator of the ecological state of the environment in the conditions of the Carpathian region due to the optimal content of heavy metals and fatty acids. The positive thing about this bioindicator is that it allows you to determine different levels of accumulation of heavy metals and fatty acids and thus gives more information. The intensity of egg-laying by queen bees can also serve as a bioindicator of the ecological state of the environment in terms of the content of heavy metals and unsaturated fatty acids.

Conclusions

In the direction from the mountain to the foothills and forest-steppe zone of the Carpathian region, the level of Zinc, Copper, Plumbum, and especially Cadmium increases in the topsoil, bee pollen, and abdominal tissues of honey bees.

In the mentioned direction, the coefficient of transition of Zinc from the arable layer of the soil to the bee colony decreases. At the same time, the assimilation of Cadmium by plants increases.

In the direction from the mountain to the foothills and forest-steppe zone of the Carpathian region, the level of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7, and omega-9 families in bee pollen and abdominal tissues of honey bees decreases.

High levels of heavy metals, but low levels of unsaturated fatty acids in bee pollen and abdominal tissues of honey bees obtained from hives located in the foothills and especially the forest-steppe zones of the

Carpathian region are a consequence of the urbanization and industrialization of the territories.

Zinc, Copper, Plumbum and Cadmium affect the value of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 families of bee pollen and affects the reproductive capacity of honey bees in the Carpathian region. In particular, in the direction from the mountain to the foothills and further to the forest-steppe zone of the Carpathian region, due to the high concentration of Zinc, Cuprum, Plumbum, and especially Cadmium, both in the second half of the spring period and in the second half of the summer period, the value of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 families in bee pollen decreases for intensive egg-laying of bee queens.

In the second half of the spring period, the egg-laying intensity of queen bees kept in hives located in the foothills and especially in the forest-steppe zones of the Carpathian region is 1.12 and 1.17 times lower, respectively, compared to queen bees in the mountain zone.

Bee pollen and abdominal tissues of honey bees can serve as a bioindicator of the ecological state of the environment by the content of heavy metals and unsaturated fatty acids. An integrated indicator such as the intensity of egg-laying by queen bees can also serve as a good bioindicator of the ecological state of the environment.

Список використаної літератури

1. Дідух Я. П. Основи біоіндикації. Київ : Наукова думка, 2012. 344 с.
2. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.
3. Разанов С. Ф., Дідур І. М., Пervачук М. В. Ефективність зниження забруднення ґрунтів свинцем і кадмієм за бджолозапилення сільськогосподарських культур в умовах їх мінерального підживлення. *Сільське господарство та лісівництво* : зб. наук. пр. ВНАУ. 2015. № 2. С. 94–101.
4. Саранчук І. І., Рівіс Й. Ф. Жиринокислотний склад бджолиного обніжжя залежно від екологічних умов довілля. *Біологія тварин*. 2008. Т. 10, № 1/2. С. 236–244.
5. Федорук Р. С., Романів Л. І. Репродуктивна функція бджолиних маток за умов підгодівлі бджіл борошном бобів сої нативних та трансгенних сортів. *Біологія тварин*. 2013. Т. 15, № 3. С. 140–

References

1. Didukh Ya. P. Basics of bioindication. Kyiv : Naukova dumka, 2012. 344 p.
2. Methodology and organization of scientific research in animal husbandry / za red. I. I. Ibatullina, O. M. Zhukorskoho. Kyiv : Ahrarna nauka, 2017. 328 p.
3. Razanov S. F., Didur I. M., Pervachuk M. V. The effectiveness of reducing soil contamination with lead and cadmium by bee pollination of agricultural crops in the conditions of their mineral nutrition. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo* : zb. nauk. pr. VNAU. 2015. No 2. P. 94–101.
4. Saranchuk I. I., Rivis Y. F. Fatty acid composition of bee pollen depending on environmental conditions. *Biologhiia tvaryn*. 2008. Vol. 10, No 1/2. P. 236–244.
5. Fedoruk R. S., Romaniv L. I. Reproductive function of queen bees under the conditions of feeding bees with soy bean flour of native and transgenic varieties. *Biologhiia tvaryn*. 2013. Vol. 15,

149.

6. Ahmed S., Kim Y. Prostaglandin catabolism in Spodoptera exigua, a lepidopteran insect. *The Journal of Experimental Biology*. 2020. Vol. 223, Issue 21. P. 1-10. doi: 10.1242/jeb.233221.

7. Al-Kahtani S. N., Taha E.-K. A., Farag S. A., Taha R. A., Abdou E. A., Mahfouz H. M. Harvest Season Significantly Influences the Fatty Acid Composition of Bee Pollen. *Biology*. 2021. Vol. 10, Issue 6. P. 495-504. doi: 10.3390/biology10060495.

8. Arien Y., Dag A., Shafir S. Omega-6:3 Ratio More Than Absolute Lipid Level in Diet Affects Associative Learning in Honey Bees. *Front. Psychol.* 2018. Vol. 9. P. 1-8.

9. Chibuike G. U., Obiora S. C. Heavy metal polluted soils: effect on plants and bioremediation methods. *Applied and Environmental Soil Science*. 2014. 12 p. doi: 10.1155/2014/752708.

10. Ćirić J., Haneklaus N., Rajić S., Baltić T., Branković Lazić I., Đorđević V. Chemical composition of bee bread (perga), a functional food: A review. *Journal of Trace Elements and Minerals*. 2022. Vol. 2. No 3. P. 1-9. doi: 10.1016/j.jtemin.2022.100038.

11. Desbois A. P., Smith V. J. Antibacterial free fatty acids: activities, 5 mechanisms of action and 6 biotechnological potential P. 1-50. *Електронний ресурс*: <https://core.ac.uk/download/pdf/9821228.pdf>.

12. Didaras N. A., Karatasou K., Dimitriou T. G., Amoutzias G. D., Mossialos D. Antimicrobial Activity of Bee-Collected Pollen and Beebread: State of the Art and Future Perspectives. *Antibiotics*. 2020. Vol. 9. No 11. P. 811-840. doi: 10.3390/antibiotics9110811.

13. Di Fiore C., Nuzzo A., Torino V. De Cristofaro A., Notardonato I., Passarella S, Di Giorgi S., Avino P. Honeybees as Bioindicators of Heavy Metal Pollution in Urban and Rural Areas in the South of Italy. *Atmosphere*. 2022. Vol. 13, No 624. P. 1-12. doi: 10.3390/atmos13040624.

14. Di Miceli M., Bosch-Bouju C., Layé S. PUFA and their derivatives in neurotransmission and synapses: a new hallmark of synaptopathies. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2020. Vol. 79. Issue 4. P. 388-403.

15. Ebru B. A. Microbiota and Its

No 3. P. 140-149.

6. Ahmed S., Kim Y. Prostaglandin catabolism in Spodoptera exigua, a lepidopteran insect. *The Journal of Experimental Biology*. 2020. Vol. 223, Issue 21. P. 1-10. doi: 10.1242/jeb.233221.

7. Al-Kahtani S. N., Taha E.-K. A., Farag S. A., Taha R. A., Abdou E. A., Mahfouz H. M. Harvest Season Significantly Influences the Fatty Acid Composition of Bee Pollen. *Biology*. 2021. Vol. 10, Issue 6. P. 495-504. doi: 10.3390/biology10060495.

8. Arien Y., Dag A., Shafir S. Omega-6:3 Ratio More Than Absolute Lipid Level in Diet Affects Associative Learning in Honey Bees. *Front. Psychol.* 2018. Vol. 9. P. 1-8.

9. Chibuike G. U., Obiora S. C. Heavy metal polluted soils: effect on plants and bioremediation methods. *Applied and Environmental Soil Science*. 2014. 12 p. doi: 10.1155/2014/752708.

10. Ćirić J., Haneklaus N., Rajić S., Baltić T., Branković Lazić I., Đorđević V. Chemical composition of bee bread (perga), a functional food: A review. *Journal of Trace Elements and Minerals*. 2022. Vol. 2. No 3. P. 1-9. doi: 10.1016/j.jtemin.2022.100038.

11. Desbois A. P., Smith V. J. Antibacterial free fatty acids: activities, 5 mechanisms of action and 6 biotechnological potential P. 1-50. *Електронний ресурс*: <https://core.ac.uk/download/pdf/9821228.pdf>.

12. Didaras N. A., Karatasou K., Dimitriou T. G., Amoutzias G. D., Mossialos D. Antimicrobial Activity of Bee-Collected Pollen and Beebread: State of the Art and Future Perspectives. *Antibiotics*. 2020. Vol. 9. No 11. P. 811-840. doi: 10.3390/antibiotics9110811.

13. Di Fiore C., Nuzzo A., Torino V. De Cristofaro A., Notardonato I., Passarella S, Di Giorgi S., Avino P. Honeybees as Bioindicators of Heavy Metal Pollution in Urban and Rural Areas in the South of Italy. *Atmosphere*. 2022. Vol. 13, No 624. P. 1-12. doi: 10.3390/atmos13040624.

14. Di Miceli M., Bosch-Bouju C., Layé S. PUFA and their derivatives in

- Importance in Honey Bees. *Bee Studies* 2021. Vol. 13, No 1. P. 23-30. doi: 10.51458/BSTD.2021.14.
16. El Ghouzi A., Bakour M., Laaroussi H., Ousaaid D., El Menyiy N., Hano C., Lyoussi B. Bee Pollen as Functional Food: Insights into Its Composition and Therapeutic Properties. *Antioxidants*. 2023, Vol. 12, No 3. P. 557–568. doi: 10.3390/antiox12030557.
17. El-Seedi H. R., Eid N., Abd El-Wahed A. A., Rateb M. E., Afifi H. S., Algethami A. F., Zhao C., Al Naggar Y., Alsharif S. M., Tahir H. E., Xu B., Wang K., Khalifa S. A. M. Honey Bee Products: Preclinical and Clinical Studies of Their Anti-inflammatory and Immunomodulatory Properties. *Front. Nutr.* 2022. Vol. 8. doi: 10.3389/fnut.2021.761267. Електронний ресурс: frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.761267/full
18. Hsu P.-S., Wu T.-H., Huang M.-Y., Wang D.-Y., Wu M.-C. Nutritive Value of Bee Pollen Samples from Major Floral Sources in Taiwan. *Foods*. 2021. Vol. 10, Issue 9. P. 2229-2244. doi: 10.3390/foods10092229.
19. Janga Y., Kim M., Hwang S. W. Molecular mechanisms underlying the actions of arachidonic acid-derived prostaglandins on peripheral nociception. *Journal of Neuroinflammation*. 2020. Vol. 17, No 30. P. 1–27. doi: 10.1186/s12974-020-1703-1.
20. Jasper W. C., Brutscher L. M., Grozinger C. M., Niño E. L. Injection of seminal fluid into the hemocoel of honey bee queens (*Apis mellifera*) can stimulate post-mating changes. *Sci Rep.* 2020. Vol. 10. P. 1-18. doi: 10.1038/s41598-020-68437-w.
21. Jimbo H., Yuasa K., Takagi K., Hirashima T., Keta S., Aichi M., Wada. H. Specific Incorporation of Polyunsaturated Fatty Acids into the sn-2 Position of Phosphatidylglycerol Accelerates Photodamage to Photosystem II under Strong Light. *Int. J. Mol. Sci.* 2021. Vol. 22, Issue 19. P. 1–13. doi: 10.3390/ijms221910432.
22. Kavle R. R., Pritchard E. T. M., Carne A., El-Din Ahmed Bekhit A., Agyei D. Fatty Acid Profile, Mineral Composition, and Health Implications of Consuming Dried Sago Grubs (*Rhynchophorus ferrugineus*). *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, No 1. P. neurotransmission and synapses: a new hallmark of synaptopathies. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2020. Vol. 79. Issue 4. P. 388–403.
15. Ebru B. A. Microbiota and Its Importance in Honey Bees. *Bee Studies* 2021. Vol. 13, No 1. P. 23–30. doi: 10.51458/BSTD.2021.14.
16. El Ghouzi A., Bakour M., Laaroussi H., Ousaaid D., El Menyiy N., Hano C., Lyoussi B. Bee Pollen as Functional Food: Insights into Its Composition and Therapeutic Properties. *Antioxidants*. 2023, Vol. 12, No 3. P. 557–568. doi: 10.3390/antiox12030557.
17. El-Seedi H. R., Eid N., Abd El-Wahed A. A., Rateb M. E., Afifi H. S., Algethami A. F., Zhao C., Al Naggar Y., Alsharif S. M., Tahir H. E., Xu B., Wang K., Khalifa S. A. M. Honey Bee Products: Preclinical and Clinical Studies of Their Anti-inflammatory and Immunomodulatory Properties. *Front. Nutr.* 2022. Vol. 8. doi: 10.3389/fnut.2021.761267. Електронний ресурс: frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.761267/full
18. Hsu P.-S., Wu T.-H., Huang M.-Y., Wang D.-Y., Wu M.-C. Nutritive Value of Bee Pollen Samples from Major Floral Sources in Taiwan. *Foods*. 2021. Vol. 10, Issue 9. P. 2229-2244. doi: 10.3390/foods10092229.
19. Janga Y., Kim M., Hwang S. W. Molecular mechanisms underlying the actions of arachidonic acid-derived prostaglandins on peripheral nociception. *Journal of Neuroinflammation*. 2020. Vol. 17, No 30. P. 1–27. doi: 10.1186/s12974-020-1703-1.
20. Jasper W. C., Brutscher L. M., Grozinger C. M., Niño E. L. Injection of seminal fluid into the hemocoel of honey bee queens (*Apis mellifera*) can stimulate post-mating changes. *Sci Rep.* 2020. Vol. 10. P. 1-18. doi: 10.1038/s41598-020-68437-w.
21. Jimbo H., Yuasa K., Takagi K., Hirashima T., Keta S., Aichi M., Wada. H. Specific Incorporation of Polyunsaturated Fatty Acids into the sn-2 Position of Phosphatidylglycerol Accelerates Photodamage to Photosystem II under

363–378. doi: 10.3390/app13010363.

23. Kim Y., Stanley D. Eicosanoid Signaling in Insect Immunology: New Genes and Unresolved Issues. *Genes*. 2021. Vol. 12, Issue 211. P. 1–15. doi: 10.3390/genes12020211.

24. Klym O., Stadnytska O. Heavy metals in the dandelion and apple tree pollen from the different terrestrial ecosystems of the Carpathian region. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. 2019. Vol. 18, No 3. P. 15–20.

25. Kwon H., Hall D. R., Smith R. C. Identification of a prostaglandin E₂ receptor that regulates mosquito oenocytoid immune cell function in limiting bacteria and parasite infection. doi: 10.1101/2020.08.03.235432. Електронний реєстр: [biorxiv.org/content/10.1101/2020.08.03.235432v1.full](https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.08.03.235432v1.full).

26. Kwon H., Yanga Y., Kumarb S., Leea D.-W., Bajracharya P., Calkinsa T. L., Kimb Y. P., Pietrantonio V. Characterization of the first insect prostaglandin (PGE₂) receptor: Manse PGE₂R is expressed in oenocytoids and lipoteichoic acid (LTA) increases transcript expression. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2020. Vol. 117. P. 1–49. doi: 10.1016/j.ibmb.2019.103290.

27. Mărgăoan R., Özkök A., Keskin Ş., Mayda N., Urcan A. C., Cornea-Cipcigan M. Bee collected pollen as a value-added product rich in bioactive compounds and unsaturated fatty acids: A comparative study from Turkey and Romania. *LWT*. 2021. Vol. 149. doi: 10.1016/j.lwt.2021.111925. Електронний реєстр: [sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S023643821010781](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S023643821010781).

28. Matuszewska E., Klupeczynska A., Maciołek K., Kokot Z. J., Matysiak J. Multielemental Analysis of Bee Pollen, Propolis, and Royal Jelly Collected in West-Central Poland. *Molecules*. 2021. Vol. 26, Issue 9. P. 1–18. doi: 10.3390/molecules26092415.

29. Omega-3 deficiency impairs honey bee learning / Y. Arien et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. Vol. 112. No 51. P. 15761–15766.

30. Polyunsaturated fatty acid metabolism / Edited by: G. C. Burdge. 2018.

Strong Light. *Int. J. Mol. Sci*. 2021. Vol. 22, Issue 19. P. 1–13. doi: 10.3390/ijms221910432.

22. Kavle R. R., Pritchard E. T. M., Carne A., El-Din Ahmed Bekhit A., Agyei D. Fatty Acid Profile, Mineral Composition, and Health Implications of Consuming Dried Sage Grubs (*Rhynchophorus ferrugineus*). *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, No 1. P. 363–378. doi: 10.3390/app13010363.

23. Kim Y., Stanley D. Eicosanoid Signaling in Insect Immunology: New Genes and Unresolved Issues. *Genes*. 2021. Vol. 12, Issue 211. P. 1–15. doi: 10.3390/genes12020211.

24. Klym O., Stadnytska O. Heavy metals in the dandelion and apple tree pollen from the different terrestrial ecosystems of the Carpathian region. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. 2019. Vol. 18, No 3. P. 15–20.

25. Kwon H., Hall D. R., Smith R. C. Identification of a prostaglandin E₂ receptor that regulates mosquito oenocytoid immune cell function in limiting bacteria and parasite infection. doi: 10.1101/2020.08.03.235432. Електронний реєстр: [biorxiv.org/content/10.1101/2020.08.03.235432v1.full](https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.08.03.235432v1.full).

26. Kwon H., Yanga Y., Kumarb S., Leea D.-W., Bajracharya P., Calkinsa T. L., Kimb Y. P., Pietrantonio V. Characterization of the first insect prostaglandin (PGE₂) receptor: Manse PGE₂R is expressed in oenocytoids and lipoteichoic acid (LTA) increases transcript expression. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2020. Vol. 117. P. 1–49. doi: 10.1016/j.ibmb.2019.103290.

27. Mărgăoan R., Özkök A., Keskin Ş., Mayda N., Urcan A. C., Cornea-Cipcigan M. Bee collected pollen as a value-added product rich in bioactive compounds and unsaturated fatty acids: A comparative study from Turkey and Romania. *LWT*. 2021. Vol. 149. doi: 10.1016/j.lwt.2021.111925. Електронний реєстр: [sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S023643821010781](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S023643821010781).

28. Matuszewska E., Klupeczynska A.,

Academic Press et AOCS Press. 252 p.

31. Ponce de León I., Hamberg M., Castresana C. Oxylipins in moss development and defense. *Front Plant Sci.* 2015. Vol. 6. P. 44–65. doi: 10.3389/fpls.2015.00483.

32. Ranneh Y., Akim A. M., Hamid H. A., Khazaai H., Fadel A., Zakaria Z. A., Albuja M., Fadzelly M., Bakar A. Honey and its nutritional and anti-inflammatory value. *BMC Complementary Medicine and Therapies.* 2021. Vol. 21, Issue 30. P. 1–17. doi: 10.1186/s12906-020-03170-5.

33. Ravis Y., Zaborski D., Gutyj B., Hopanenko O., Diachenko O., Stadnytska O., Klym O., Saranchuk I., Bratyuk V., Fedak V. Quantitative and simultaneous gas chromatographic determination of various forms long-chain fatty acids in biological material. *Scientific Papers. Series D. Animal Science.* Bucharest, 2022. Vol. 65, No 2. P. 24–29.

34. Rothman J. A., Russell K. A., Leger L., Mc Frederick Q. S., Graystock P. The direct and indirect effects of environmental toxicants on the health of bumble bees and their microbiomes. doi: 10.1101/2020.04.24.060228. Електронний ресурс: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.04.24.060228v1.full>

35. Ruedenauer F. A., Biewer N. W., Nebauer C. A., Scheiner M., Spaethe J., Leonhardt S. D. Honey Bees Can Taste Amino and Fatty Acids in Pollen, but Not Sterols. *Frontiers in Ecology and Evolution.* 2021. doi: 10.3389/fevo.2021.684175. Електронний ресурс: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2021.684175.full>.

36. Stabler D., Al-Esawy M., Chennells J. A., Perri G., Robinson A., Wright G. A. Regulation of dietary intake of protein and lipid by nurse-age adult worker honeybees. *J. Exp. Biol.* 2021. Vol. 224, Issue. 3. P. 1–9. doi: 10.1242/jeb.230615.

37. Stanley D., Kim Y. Prostaglandins and Other Eicosanoids in Insects: Biosynthesis and Biological Actions. *Frontiers in Physiology.* 2019. Vol. 9. doi: 10.3389/fphys.2018.01927.

38. The role of prostaglandins in livestock production / B. Okon. *Global*

Maciołek K., Kokot Z. J., Matysiak J. Multielemental Analysis of Bee Pollen, Propolis, and Royal Jelly Collected in West-Central Poland. *Molecules.* 2021. Vol. 26, Issue 9. P. 1–18. doi: 10.3390/molecules26092415.

29. Omega-3 deficiency impairs honey bee learning / Y. Arien et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2015. Vol. 112. No 51. P. 15761–15766.

30. Polyunsaturated fatty acid metabolism / Edited by: G. C. Burdge. 2018. Academic Press et AOCS Press. 252 p.

31. Ponce de León I., Hamberg M., Castresana C. Oxylipins in moss development and defense. *Front Plant Sci.* 2015. Vol. 6. P. 44–65. doi: 10.3389/fpls.2015.00483.

32. Ranneh Y., Akim A. M., Hamid H. A., Khazaai H., Fadel A., Zakaria Z. A., Albuja M., Fadzelly M., Bakar A. Honey and its nutritional and anti-inflammatory value. *BMC Complementary Medicine and Therapies.* 2021. Vol. 21, Issue 30. P. 1–17. doi: 10.1186/s12906-020-03170-5.

33. Ravis Y., Zaborski D., Gutyj B., Hopanenko O., Diachenko O., Stadnytska O., Klym O., Saranchuk I., Bratyuk V., Fedak V. Quantitative and simultaneous gas chromatographic determination of various forms long-chain fatty acids in biological material. *Scientific Papers. Series D. Animal Science.* Bucharest, 2022. Vol. 65, No 2. P. 24–29.

34. Rothman J. A., Russell K. A., Leger L., Mc Frederick Q. S., Graystock P. The direct and indirect effects of environmental toxicants on the health of bumble bees and their microbiomes. doi: 10.1101/2020.04.24.060228. Електронний ресурс: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.04.24.060228v1.full>

35. Ruedenauer F. A., Biewer N. W., Nebauer C. A., Scheiner M., Spaethe J., Leonhardt S. D. Honey Bees Can Taste Amino and Fatty Acids in Pollen, but Not Sterols. *Frontiers in Ecology and Evolution.* 2021. doi: 10.3389/fevo.2021.684175. Електронний ресурс:

Journal of Agricultural Sciences. 2016. Vol. 15, No 1. P. 27–30.

39. Takic M., Zekovic M., Terzic B., Stojisavljevic A., Mijuskovic M., Radjen S., Ristic-Medic D. Zinc Deficiency, Plasma Fatty Acid Profile and Desaturase Activities in Hemodialysis Patients: Is Supplementation Necessary? *Frontiers in Nutrition*. 2021. Vol. 8. P. 1–15. doi: 10.3389/fnut.2021.700450.

40. Wang X., Zhong Z., Chen X., Hong Z., Lin W., Mu X., Hu X., Zheng H. High-Fat Diets with Differential Fatty Acids Induce Obesity and Perturb Gut Microbiota in Honey Bee. *Int. J. Mol. Sci*. 2021. Vol. 22, No 2. P. 834–849. doi: 10.3390/ijms22020834.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.700450/full>.

36. Stabler D., Al-Esawy M., Chennells J. A., Perri G., Robinson A., Wright G. A. Regulation of dietary intake of protein and lipid by nurse-age adult worker honeybees. *J. Exp. Biol*. 2021. Vol. 224, Issue. 3. P. 1–9. doi: 10.1242/jeb.230615.

37. Stanley D., Kim Y. Prostaglandins and Other Eicosanoids in Insects: Biosynthesis and Biological Actions. *Frontiers in Physiology*. 2019. Vol. 9. doi: 10.3389/fphys.2018.01927.

38. The role of prostaglandins in livestock production / B. Okon. *Global Journal of Agricultural Sciences*. 2016. Vol. 15, No 1. P. 27–30.

39. Takic M., Zekovic M., Terzic B., Stojisavljevic A., Mijuskovic M., Radjen S., Ristic-Medic D. Zinc Deficiency, Plasma Fatty Acid Profile and Desaturase Activities in Hemodialysis Patients: Is Supplementation Necessary? *Frontiers in Nutrition*. 2021. Vol. 8. P. 1–15. doi: 10.3389/fnut.2021.700450.

40. Wang X., Zhong Z., Chen X., Hong Z., Lin W., Mu X., Hu X., Zheng H. High-Fat Diets with Differential Fatty Acids Induce Obesity and Perturb Gut Microbiota in Honey Bee. *Int. J. Mol. Sci*. 2021. Vol. 22, No 2. P. 834–849. doi: 10.3390/ijms22020834.

Received: May 15, 2023

Accepted: June 21, 2023

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-13

UDC 636.612.082

V. D. FEDAK, M. I. POLULIKH, O. I. STADNYTSKA,
candidates of agricultural sciences

H. V. ILNYTSKA, researcher

Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS

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

81115, e-mail: vasylfedak55@gmail.com

PULMONARY GAS EXCHANGE IN HEIFERS AND MILK PRODUCTIVITY OF FIRSTBORN COWS OF THE SIMENTAL BREED OF THE PRECARPATHIANS OF DIFFERENT CONSTITUTION TYPES

The results of research on pulmonary gas exchange in heifers and milk productivity of Simmental firstborn cows of Precarpathians of different types of constitution, which were evaluated according to the physiological and selection index developed by us, are presented. The control group included heifers and firstborn cows with a low physiological and selection index – a narrow-bodied type, and the experimental group, respectively – with a high physiological and selection index, wide-bodied type. In terms of depth of breathing, pulmonary ventilation, oxygen consumption, carbon dioxide excretion, total energy and heat production, individuals of the broad-bodied type in postnatal ontogeny significantly outnumbered their narrow-bodied counterparts.

The research results show that the yield of milk per lactation in the first-born cows of the experimental group was higher than that of the control counterparts by 18.29 %. The content of fat and protein in the milk of the cows of the experimental group was higher, compared to the control analogues. Ultimately, the output of milk fat and protein in the first-born cows of the experimental group was also higher than in the control counterparts. Thus, first-born cows of the Precarpathians Simmental breed of the wide-bodied type had a higher index of quantitative and qualitative components of milk than their counterparts of the narrow-bodied type.

According to indicators of gas-energy exchange in postnatal ontogeny, wide-bodied animals (experimental group) significantly outnumber narrow-bodied counterparts (control group). This indicates that the animals of the experimental group have a much more intensive metabolism than the control counterparts. The indicators of milk productivity in the cows of the experimental group were higher than those of the counterparts of the control group.

According to the main indicators of pulmonary gas exchange and milk productivity, animals of the wide-bodied type prevailed over their narrow-bodied counterparts by 10–12 %. Pulmonary ventilation, oxygen consumption and carbon dioxide excretion, the amount of energy in animals of the wide-bodied type was higher by 11–13 % compared to the animals of the narrow-bodied type. Milk

© Fedak V. D., Polulikh M. I.,
Stadnytska O. I., Ilnytska H. V. 2023

productivity in first-born cows of the wide-bodied type was 18.29 % higher compared to the analogues of the narrow-bodied type.

Keywords: heifers, simmental breed, pulmonary gas exchange, milk productivity, milk quality indices, constitution.

Федак В. Д., Полудіх М. І., Стадницька О. І., Ільницька Г. В.

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

Легеневий газообмін у телиць і молочна продуктивність первісток симентальської породи Прикарпаття різних типів конституції

Наведено результати досліджень щодо легеневого газообміну у телиць і молочної продуктивності первісток симентальської породи Прикарпаття різних типів конституції, який оцінювали за розробленим нами фізіолого-селекційним індексом. У контрольну групу ввійшли телиці та первістки з низьким фізіолого-селекційним індексом – вузькотілий тип, а в дослідну – відповідно з високим, широкотілий тип. За глибиною дихання, легеневою вентиляцією, споживанням кисню, виділенням вуглекислоти, загальною енергією і теплопродукцією особини широкотілого типу в постнатальному онтогенезі значно переважали аналогів вузькотілого.

Результати досліджень показують, що надій молока за лактацію у первісток дослідної групи був вищий, ніж у контрольних аналогів на 18,29 %. Вміст жиру та білка в молоці корів дослідної групи був вищим порівняно з контрольними аналогами. У кінцевому підсумку вихід молочного жиру та білка в первісток дослідної групи був також вищим, ніж у контрольних аналогів. Таким чином, первістки симентальської породи Прикарпаття широкотілого типу мали вищий показник кількісних і якісних складників молока, ніж аналогі вузькотілого типу.

За показниками газоенергетичного обміну в постнатальному онтогенезі тварини широкотілого типу (дослідна група) значно переважають аналогів вузькотілого (контрольна група). Це свідчить про те, що у тварин дослідної групи обмін речовин протікає набагато інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів. Показники молочної продуктивності у корів дослідної групи були вищими, ніж у аналогів контрольної групи.

За основними показниками легеневого газообміну та молочною продуктивністю тварини широкотілого типу переважали аналогів вузькотілого на 10–12 %. Легенева вентиляція, споживання кисню та виділення вуглекислоти, кількість енергії у тварин широкотілого типу була вищою на 11–13 % порівняно з тваринами вузькотілого типу. Молочна продуктивність у корів-первісток широкотілого типу була більшою на 18,29 % порівняно з аналогами вузькотілого типу.

Ключові слова: телиці, симентальська порода, легеневий газообмін, молочна продуктивність, якісні показники молока, конституція.

Introduction. It is known that the development of animals is based on complex processes of assimilation and oxidation of nutrients in the body. The intensity of growth in different age periods is not the same and the level of metabolic processes in the body of animals is also different. In the

process of development, the level of metabolic processes in the animal body is influenced by the external environment along with hereditary factors. The intensity of complex metabolic processes in the animal body can be judged by the level of gas-energy exchange, which is an integral indicator of complex biochemical and physiological processes in the body.

The studies of many scientists have shown that the basis of animal development is complex processes of assimilation and oxidation of nutrients. Pulmonary gas exchange of animals largely depends on their age, physiological state, feeding conditions and environmental factors [1–14].

The level of gas energy exchange, which is an integral indicator of complex biochemical and physiological processes, indicates the intensity of complex metabolic processes in the animal body [16–30].

In our research, the task was to study the pulmonary gas exchange of heifers and the milk productivity of Simmental cows of different constitution types from the age of six months until the end of the first lactation. Experimental studies were conducted on animals of the wide-bodied type (experimental group) and narrow-bodied (control group) [15].

Materials and methods. The experimental part of the work was carried out in one of the farms of the Drohobyskyi district of the Lviv region. In all experimental animals at the age of 6 months, the activity of aminotransferases (ALT and AST) in blood serum was determined according to the method of A. E. Braunshtein [2], which made it possible to evaluate the type of their constitution and select them according to the physiological and selection index and form groups to conduct an experiment. The control group included individuals with a low physiological-selection index (105 units) narrow-bodied type, and the experimental group, respectively, with a high physiological-selection index (125 units) wide-bodied type [15]. Assessment of wide-bodied and narrow-bodied types was carried out on the basis of the definition of the broad-bodied index. The control and experimental groups included 10 animals each. Animals with a thoracic index of 60 and above were classified as wide-bodied, and individuals with a thoracic index of 59 and below were classified as narrow-bodied. Pulmonary gas exchange was performed according to the methodical instructions of A. A. Kudriavtsev [7]. Biometric processing of the research results was carried out according to the methodological instructions of S. N. Lopach and others [8].

Results and discussion. Growth of live weight and linear development of experimental animals. Live weight is one of the integral indicators that characterizes the body of an animal both externally and internally. In these studies, the task was to study the growth of live weight and the linear development of heifers and cows of different types of

constitution of the Western Ukrainian population of the black and spotted breed from birth to the end of the third lactation.

Table 1 shows that according to the live weight of newborns, at 3, 6, 12, 18 and 21 months, heifers of the experimental group exceeded the control analogues respectively by 1.3; 0.3; 7.5; 8.5; 5.7 and 2.8 %.

1. Dynamics of live weight of Ukrainian black-spotted heifers of dairy breed, kg

Age, months	Groups, M ± m	
	control (n=10)	experimental (n=10)
Newborns	28,9±0,67	29,3±0,45
3	104,5±3,46	104,8±2,93
6	169,2±4,48	181,9±3,68***
12	288,4±5,92	313,0±4,09***
18	375,3±9,23	396,7±7,82**
21	429,2±8,85	441,5±9,71

Note: in this and the following tables * P<0.05; **P<0.01; *** P<0.991.

It should be noted that the live weight of heifers of the control group was at the level of the breed standard at 18 months, and the counterparts of the experimental group in this age period exceeded the breed standard by 5.79 %.

Inspiratory capacity and pulmonary ventilation. During the development of young animals, pulmonary breathing is characterized by the frequency and depth of breathing, as well as pulmonary ventilation. With age, the indicators of pulmonary respiration in animals have a corresponding pattern.

The characteristics of the breathing rate of experimental animals are shown in Table 2.

2. Frequency of air inhalation per minute by Simmental heifers

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	26,9±0,03	25,5±0,79	-1,4
12	21,8±0,47	19,8±0,87*	-2,0
18	20,7±0,50	17,8±1,44	-2,9

Heifers of the control group at 6, 12, 18 months outnumbered the experimental counterparts respectively by 5.49; 10.10; 13.21 %. Thus, the frequency of breathing in the animals in the postnatal ontogeny of the experimental group was lower than that of the control counterparts. With age, the breathing rate decreased in animals of both groups.

If the breathing frequency of the animals of the experimental group was lower than that of the control group, on the contrary, according to the index of the depth of breathing, they significantly prevailed over the control counterparts (Table 3).

3. Depth of air inhalation by Simmental heifers, ml

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	1276±34,12	1575±41,60***	+299
12	2114±34,12	2638±185,30**	+524
18	3012±77,88	3695±319,57*	+683

Heifers at age periods of 6, 12, 18 months of the experimental group prevailed over the control analogues in terms of breathing depth, respectively, by 23.43; 22.68; 22.67 %. With age, the depth of breathing in animals of both groups increased.

According to the indicators of pulmonary ventilation in all age periods, the animals of the experimental group significantly outnumbered the control animals of the same age (Table 4).

4. Pulmonary ventilation of Simmental heifers, l/min

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	34,30±0,87	39,80±0,43***	+5,50
12	48,11±0,70	51,57±0,98**	+3,46
18	62,20±0,15	64,70±1,30	+2,50

The heifers of the experimental group in the age periods of 6, 12, 18 months were superior to the control analogues by 16.03, respectively, according to the indicators of pulmonary ventilation; 7.19; 9.57 %. In the postnatal ontogeny, pulmonary ventilation in heifers of the control and experimental groups increased.

Thus, in terms of depth of breathing and pulmonary ventilation, animals of the wide-bodied type (experimental group) significantly outnumbered their counterparts of the narrow-bodied type (control group).

Gas-energy exchange in animals. The intensity of oxidation-reduction processes in the animal's body depends on the level of digestion and assimilation of nutrients supplied with feed. The level of oxygen consumption during development largely characterizes the intensity of exchange processes in the animal body. Important indicators of gas exchange are the consumption of oxygen and the release of carbon dioxide

by the body in absolute and relative units. The level of oxygen consumption by Simmental heifers is shown in Tables 5 and 6.

5. Absolute oxygen consumption by Simmental heifers, l/min

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	1,01±0,007	1,08±0,02***	+0,07
12	1,41±0,07	1,54±0,02*	+0,13
18	1,71±0,02	1,75±0,01	+0,04

6. Relative oxygen consumption by Simmental heifers, l³/min/kg

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	6,02±0,16	6,32±0,24	+0,30
12	5,12±0,08	5,12±0,16	0
18	4,41±0,31	4,83±0,11	+0,42

In terms of absolute oxygen consumption, experimental heifers in the age periods of 6, 12, and 18 months exceeded the control analogues respectively by 9.22; 2.34; 20.69 %. Absolute oxygen consumption in both groups increased with age.

A similar pattern was observed in the relative oxygen consumption of experimental animals. Postnatally, the relative oxygen consumption of heifers in both groups decreased.

Thus, in terms of absolute and relative oxygen consumption in the postnatal ontogeny, the animals of the experimental group probably exceeded the control counterparts.

According to the absolute indicators of carbon dioxide excretion, the heifers of the experimental group in the age periods of 6, 12, 18 months exceeded the control analogues respectively by 15.28; 7.20; 14.65 % (Table 7).

7. Absolute release of carbon dioxide by Simmental heifers, l/min

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	0,72±0,09	0,83±0,02	+0,11
12	1,09±0,03	1,14±0,02	+0,05
18	1,11±0,01	1,15±0,04	+0,04

In terms of age, the absolute excretion of carbon dioxide by heifers in the control and experimental groups increased.

The animals of the experimental group also outperformed the control peers in terms of relative carbon dioxide excretion. So at 6, 12 and 18 months, heifers of the research group outnumbered the control analogues respectively by 11.37; 9.88; 7.41% (Table 8).

With age, the relative excretion of carbon dioxide by heifers in both groups decreased.

8. Relative excretion of carbon dioxide by Simmental heifers, l³/min/kg

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	4,31±0,22	4,80±0,19	+0,49
12	3,80±0,16	3,82±0,12	+0,02
18	3,39±0,12	3,70±0,10**	+0,31

Therefore, in terms of absolute and relative release of carbon dioxide in the postnatal ontogeny, animals of the wide-bodied type (experimental group) probably prevailed over their counterparts of the narrow-bodied type (control group). This indicates that the level of oxidation-reduction processes in the body of the animals of the experimental group was more intense than that of the control counterparts.

The respiratory rate of experimental animals is shown in Table 9.

There was no significant difference in respiratory rate between the animals of the experimental and control groups. In heifers at the age of 6, 12, 18 months, the respiratory coefficient was within 0.71–0.80. In this range, experimental animals undergo fat metabolism.

9. Respiratory rate of Simmental heifers

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	0,71±0,02	0,76±0,006	+0,05
12	0,75±0,05	0,74±0,01	-0,01
18	0,74±0,007	0,77±0,005	+0,03

Energy exchange in the body of animals in postnatal ontogenesis is characterized by the total energy released by animals and the relative accumulation of heat production (tables 10, 11).

According to the absolute release of energy, experimental heifers in the age periods of 6, 12, 18 months exceeded the control analogues respectively by 3.78; 3.61; 4.11%.

10. Total energy released by Simmental heifers, kJ/h

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	1187,8±55,51	1295,1±22,15*	+107,3
12	1726,2±30,25	1791,4±29,34	+65,2
18	2024,2±28,73	2097,3±17,73*	+73,1

In the postnatal ontogeny, the total energy of the heifers of both groups increased. This indicates that with the increase in body weight, the total energy also increased.

The heifers of the experimental group exceeded the control heifers by 9.40, in terms of relative indicators of heat production in the age periods of 6, 12, and 18 months – respectively by 7.55 and 5.18 % (Table 11).

11. Relative indicators of heat production in Simmental heifers, kJ/h/kg

Age, months	Groups (M±m)		± to control
	control (n=10)	experimental (n=10)	
6	7,11±0,22	7,55±0,29	+0,44
12	6,09±0,21	6,18±0,21	+0,09
18 (before insemination)	5,46±0,15	5,78±0,14	+0,32

In terms of age, the relative indicators of heat production in heifers of the control and experimental groups decreased.

Thus, in terms of gas-energy exchange in postnatal ontogeny, wide-bodied heifers (experimental group) significantly outnumbered narrow-bodied counterparts (control group). This testifies to the fact that the metabolic processes in the animals of the experimental group were much more intense than in the control counterparts.

We also analyzed the milk productivity of first-born cows of Simmental breed of milk-meat productivity in the conditions of Precarpathians. The analysis showed that firstborns of the wide-bodied type had higher milk productivity than their narrow-bodied counterparts. Milk productivity and quality indicators of milk are shown in Table 12.

The research results show (Table 12) that the yield of milk per lactation in the first-born cows of the research group was higher than in the control counterparts by 18.29%. The content of fat and protein in the milk of the cows of the experimental group was higher, compared to the control analogues. Ultimately, the yield of milk fat and protein in the first-born cows of the experimental group was also higher than in the control counterparts. Thus, first-borns of the cows of Precarpathians Simmental breed of broad-bodied type had a higher index of quantitative and

qualitative components of milk than their narrow-bodied counterparts. We established a direct relationship between the pulmonary gas exchange of heifers and milk productivity in firstborn cows.

12. Milk productivity of first-born cows of Simmental cattle (M±m)

Indicators	Group	
	control (n=10)	experimental (n=10)
Yield, kg	3100±81,0	3567±170,0**
Fat content, %	3,88±0,044	4,01±0,035**
Amount of milk fat, kg	120,28±12,35	143,31±12,35
Protein content, %	3,34±0,025	3,36±0,041
Amount of milk protein, kg	103,54±6,11	119,85±3,45**

Conclusions. According to indicators of body weight and pulmonary gas exchange in the postnatal ontogeny, wide-bodied animals (experimental group) significantly outnumbered their narrow-bodied counterparts (control group) by 9–11%. This indicates that the metabolism of animals in the experimental group was much more intensive than that of the control counterparts. The indicators of milk productivity in the cows of the experimental group were higher than those of the counterparts of the control group. A direct relationship between the pulmonary gas exchange of heifers and the milk productivity of firstborn cows was established.

Список використаної літератури

1. Башенко М. І., Хмельничий Л. М. Особливості екстер'єрного типу корів-первісток молочних порід. *Науковий вісник ЛНАВМ імені С. З. Гжицького*. 2015. № 2, Ч. 3. С. 16–21.
2. Браунштейн А. Е. Переаминирование и интегрирующее значение дикарбоновых кислот в обмене веществ. *Успехи современной биохимии*. 1947. Т. 1. С. 435–455.
3. Голуб О. М., Шаловило С. Г. Визначення виробничих типів корів молочних і комбінованих порід. *Науковий вісник ЛНАВМ імені С. З. Гжицького*. 2013. Т. 15, № 1 (55), Ч. 2. С. 36–40.
4. Кавка Р. П. Газоенергетичний обмін у бугайців під впливом згодовування тваринного жиру. *Фізіологія і біохімія с.-г. тварин*. 1975. Вип. 27. С. 38–39.
5. Кавка Р. П. Легеневий газообмін і теплопродукція у телиць, вирощених за різного рівня годівлі. *Вісник с.-г. науки*.

References

1. Bashchenko M. I., Khmelnychy L. M. Features of the exterior type of dairy cows of milk breed. *Naukovyi visnyk LNAVМ imeni S. Z. Gzhyskoho*. 2015. No 2, Part 3. P. 16–21.
2. Braunstein A. E. The transamination and integrating value of dicarboxylic acids in metabolism. *Uspеhi sovremennoj biokhimii*. 1947. Vol. 1. P. 435–455.
3. Holub O. M., Shalovylo S. H. Determination of production types of dairy cows of combined breeds. *Naukovyi visnyk LNAVМ imeni S. Z. Gzhyskoho*. 2013. Vol. 15, No. 1 (55), Part 2. P. 36–40.
4. Kavka R. P. Gas-energy metabolism in bulls under the influence of feeding animal fat. *Fiziologhiia i biokhimiiia s.-h. tvaryn*. 1975. Issue 27. P. 38–39.
5. Kavka R. P. Pulmonary gas exchange and heat production in heifers reared at different feeding levels. *Visnyk s.-h. nauky*. 1968. No 7. P. 104–106.

1968. № 7. С. 104–106.

6. Когут М. І., Федак В. Д. Розвиток телиць різних ліній симментальської породи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 176–179.

7. Кудрявцев А. А. Сравнительные данные по газовому, энергетическому обмену и влаговыделению у животных. *Теплопродукция в организме*. Киев : Изд-во АН СССР, 1964. С. 116–118.

8. Лопач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Використання статистичних методів у медичних і біологічних дослідженнях. Київ, 2014. 441 с.

9. Мамчак І. В. Легеневий газообмін у помісних бичків залежно від типу годівлі. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 1975. Вип. 20. С. 40–44.

10. Особливості легеневого дихання та енергетичних процесів у корів симментальської породи / В. Г. Грибан та ін. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2004. № 2. С. 110–112.

11. Прозора К. Й. Легеневий газообмін у корів різних родинних груп. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 1970. Вип. 8. С. 41–45.

12. Стояновський С. В., Горбаченко М. Г., Федак Н. М. Вікові і міжпородні зміни легеневого газообміну у телиць при інтенсивному вирощуванні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 1991. Вип. 36. С. 63–65.

13. Стояновський С. В., Цоколаєва Ф. Т. Легеневий газообмін і енергетичні витрати у ремонтних телиць, що вирощуються в спеціалізованих господарствах. *Вісник с.-г. науки*. 1979. № 3. С. 38–41.

14. Федорович С. І. Біологічні особливості тварин чорно-рябої худоби різної селекції Західного регіону. *Розведення і генетика тварин*. 2000. Вип. 33. С. 157–161.

15. Федак В. Д. Методика комплексної оцінки типу конституції великої рогатої худоби. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. “Перспективи розвитку скотарства у третьому тисячолітті”, Суми, 2–5 жовт. 2001.

6. Kohut M. I., Fedak V. D. Development of heifers of different lines of the Simmental breed. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2016. Issue 60. P. 176–179.

7. Kudriavtsev A. A. Comparative data on gas, energy metabolism and moisture excretion in animals. *Teploprodukcija v organizme*. Kiev : Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1964. P. 116–118.

8. Lopach S. N., Chubenko A. V., Babych P. N. Use of statistical methods in medical and biological research. Kyiv, 2014. 441 p.

9. Mamchak I. V. Pulmonary gas exchange in local steers, depending on the type of feeding. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 1975. Issue 20. P. 40–44.

10. Features of pulmonary respiration and energy processes in Simmental cows / V. H. Hryban et al. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*. 2004. No 2. P. 110–112.

11. Prozora K. Y. Pulmonary gas exchange in cows of different family groups. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 1970. Issue 8. P. 41–45.

12. Stoianovskiy S. V., Horbachenko M. H., Fedak N. M. Age and intergenerational changes of pulmonary gas exchange in heifers during intensive cultivation. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 1991. Issue 36. P. 63–65.

13. Stoianovskiy S. V., Tsokolaieva F. T. Pulmonary gas exchange and energy costs in repair heifers grown in specialized farms. *Visnyk s.-h. nauky*. 1979. No 3. P. 38–41.

14. Fedorovych Ye. I. Biological features of animals of black and white cattle of different breeding of the western region. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2000. Issue 33. P. 157–161.

15. Fedak V. D. Methods of complex evaluation of the type of constitution of cattle. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. “Perspektyvy rozvytku skotarstva u tretomu tysiacholitti”, Sumy, October 2–5, 2001. Special issue. P. 178–

Спец. випуск. С. 178–181.

16. Associations of various physical and blood analysis variables with experimentally induced *M. bovis* pneumonia in calves / B. Fraser et al. *Am. J. Vet. Res.* 2014. V. 75. P. 200–207.

17. Blasiuk S., Povochnikov M. Impact of energy supply level and the conditions of keeping on the productivity of bull-calves of Aberdeen-Angus breed. *Collection of scientific works of PDATU.* 2000. Vol. 8. P. 214–216.

18. Impact of inflammation on cattle growth and carcass merit / C. Gifford et al. *Anim. Sci.* 2012. V. 90. P. 1438–1451.

19. Haematological and biochemical alterations in calves following infection with *P. multocida* / F. Abdullah et al. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 2013. V. 8. P. 806–813.

20. Haematological and blood biochemical alterations associated with respiratory disease in calves / H. Šoltésová et al. *Acta Vet. Brno.* 2015. V. 84. P. 249–256.

21. Kolisnyk O. Economic efficiency of growing calves of different genotypes of the Aberdeen-Angus breed in the conditions of eastern Ukraine. *Present problems of agricultural production and their solutions : Materials of International Scientific and Practical Conference.* Kharkiv, 2008. P. 72.

22. Kulchytska A. Pulmonary gas exchange of bull-calves and heifers of ukrainian black-speckled dairy breed at different ages. *Animal husbandry of Ukraine.* 2016. No 9. C. 26–29.

23. Mamchur L. Assessment of the current state of meat production in Ukraine. *Economy of Agro-industrial complex.* 2008. No 12. P. 55–58.

24. Nagy O. The effect of respiratory diseases on serum lactate dehydrogenase and its isoenzyme patterns in calves / O. Nagy et al. *Polish J. Vet. Sci.* 2013. V. 16. P. 211–218.

25. Putsentylo P. Prospects for production potential of beef cattle of Ukraine. *Sustainable economic development.* 2011. No 1. P. 9–17.

26. Ragbetli C., Ceylan E., Tanritanir P. The effect of tulathromycin treatment on biochemical parameters in calves with pneumonia. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 2010. V. 5. P. 169–174.

27. Romanenko T., Bevez A. Modern

181.

16. Associations of various physical and blood analysis variables with experimentally induced *M. bovis* pneumonia in calves / B. Fraser et al. *Am. J. Vet. Res.* 2014. Vol. 75. P. 200–207.

17. Blasiuk S., Povochnikov M. Impact of energy supply level and the conditions of keeping on the productivity of bull-calves of Aberdeen-Angus breed. *Collection of scientific works of PDATU.* 2000. Vol. 8. P. 214–216.

18. Impact of inflammation on cattle growth and carcass merit / C. Gifford et al. *Anim. Sci.* 2012. Vol. 90. P. 1438–1451.

19. Haematological and biochemical alterations in calves following infection with *P. multocida* / F. Abdullah et al. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 2013. Vol. 8. P. 806–813.

20. Haematological and blood biochemical alterations associated with respiratory disease in calves / H. Šoltésová et al. *Acta Vet. Brno.* 2015. Vol. 84. P. 249–256.

21. Kolisnyk O. Economic efficiency of growing calves of different genotypes of the Aberdeen-Angus breed in the conditions of eastern Ukraine. *Present problems of agricultural production and their solutions : Materials of International Scientific and Practical Conference.* Kharkiv, 2008. P. 72.

22. Kulchytska A. Pulmonary gas exchange of bull-calves and heifers of ukrainian black-speckled dairy breed at different ages. *Animal husbandry of Ukraine.* 2016. No 9. C. 26–29.

23. Mamchur L. Assessment of the current state of meat production in Ukraine. *Economy of Agro-industrial complex.* 2008. No 12. P. 55–58.

24. Nagy O. The effect of respiratory diseases on serum lactate dehydrogenase and its isoenzyme patterns in calves / O. Nagy et al. *Polish J. Vet. Sci.* 2013. Vol. 16. P. 211–218.

25. Putsentylo P. Prospects for production potential of beef cattle of Ukraine. *Sustainable economic development.* 2011. No 1. P. 9–17.

26. Ragbetli C., Ceylan E., Tanritanir P. The effect of tulathromycin treatment on biochemical parameters in calves with pneumonia. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 2010.

technology for the solution of livestock buildings reconstruction using the rules of design of beef production enterprises. *Collection of scientific works of VNAU*. 2011. Vol. 8 (48). P. 250–255.

28. Serial evaluation of physiologic, pathological, and behavioral changes related to disease progression of experimentally induced Mannheimia in postweaned calves / G. Hanzlicek et al. *Am. J. Vet. Res.* 2010. V. 71. P. 359–369.

29. The effect of respiratory diseases in calves on the serum protein electrophoretic pattern / C. Tóthová et al. *Acta Vet. Brno*. 2012. V. 81. P. 365–370.

30. Tóthová C., Nagy O., Kováč G. The serum protein electrophoretic pattern and acute phase proteins concentrations in calves with respiratory diseases. *Acta Vet.* 2013. V. 63. P. 473–486.

Vol. 5. P. 169–174.

27. Romanenko T., Bevz A. Modern technology for the solution of livestock buildings reconstruction using the rules of design of beef production enterprises. *Collection of scientific works of VNAU*. 2011. Vol. 8 (48). P. 250–255.

28. Serial evaluation of physiologic, pathological, and behavioral changes related to disease progression of experimentally induced Mannheimia in postweaned calves / G. Hanzlicek et al. *Am. J. Vet. Res.* 2010. Vol. 71. P. 359–369.

29. The effect of respiratory diseases in calves on the serum protein electrophoretic pattern / C. Tóthová et al. *Acta Vet. Brno*. 2012. Vol. 81. P. 365–370.

30. Tóthová C., Nagy O., Kováč G. The serum protein electrophoretic pattern and acute phase proteins concentrations in calves with respiratory diseases. *Acta Vet.* 2013. Vol. 63. P. 473–486.

Received: April 26, 2023

Accepted: July 13, 2023

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-14

УДК 636.2:577.125

О. Б. ДЯЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Г. М. СЕДІЛО, доктор сільськогосподарських наук, академік

Г. В. ТЕСАК, researcher

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

81115, e-mail: o.b.dyachenko@gmail.com

ВМІСТ НЕЗАМІННИХ ПОЛІЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ ТА ЦИНКУ У ТКАНИНАХ ВІДГОДІВЕЛЬНОГО МОЛОДНЯКУ ВРХ ЗА ДОДАТКОВОГО ВВЕДЕННЯ ДО ЇХ РАЦІОНУ СУМІШІ СОНЯШНИКОВОЇ ТА ЛЛЯНОЇ ОЛІЙ І РІЗНИХ ДОЗ СУЛЬФАТУ ЦИНКУ

Наведено порівняльну оцінку вмісту незамінних поліенасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 та Цинку у кормах раціону з їх вмістом у печінці і скелетних м'язах та середньодобовими приростами відгодівельних бугайців у зимово-стійловий період утримання.

Встановлено, що введення лляної олії (як джерела ліноленої кислоти, яка є попередником поліенасичених жирних кислот родини ω -3) і соняшникової олії (як джерела лінолевої кислоти, яка є попередником поліенасичених жирних кислот родини ω -6), синтетичної речовини доксан (як інгібітора процесів біогідрогенізації поліенасичених жирних кислот у рубці) та сульфату цинку семиводного (як джерела Цинку) до раціону відгодівельного молодняку великої рогатої худоби викликає вірогідне зростання вмісту біологічно активних поліенасичених жирних кислот родини ω -3 і ω -6 та Цинку в їх печінці й скелетних м'язах.

Водночас зростання вмісту біологічно активних поліенасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 та Цинку у вказаних вище тканинах за рахунок стимулювання обмінних процесів в організмі сприяє вірогідному збільшенню середньодобових приростів маси тіла відгодівельного молодняку. Тобто спостерігається прямиий зв'язок між вмістом ліноленої й лінолевої кислот і Цинку у раціоні та їх вмістом у тканинах піддослідних тварин, продуктивними ознаками і біологічною цінністю яловичини.

Встановлено, що найкращий результат за середньодобовими приростами маси тіла та вмістом Цинку і незамінних поліенасичених жирних кислот родини ω -3 і ω -6 у печінці й скелетних м'язах відгодівельних бугайців отримано за додаткового згодовування 176,0 мг сульфату цинку семиводного та лляної і соняшникової олій в кількості відповідно 65 і 35 мл/гол/добу.

Згодовування такого раціону приводить до інтенсифікації

© Дяченко О. Б., Седіло Г. М.,
Тесак Г. В., 2023

середньодобових приростів маси тіла відгодівельних бугайців на 86,7 г (8,2 %), підвищення вмісту незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 у печінці відповідно на 0,16 і 0,12 г/кг сирової маси (72,7 і 27,3 %), скелетних м'язів – відповідно на 0,11 і 0,08 г/кг сирової маси (100,0 і 34,8 %), зростання вмісту Цинку – відповідно на 3,6 і 1,48 мг/кг (10,5 і 7,9 %). Тим самим підвищується біологічна цінність яловичини.

Ключові слова: відгодівельні бугайці, лляна і соняшникова олії, Цинк, доксан, поліненасичені жирні кислоти родин ω -3 і ω -6, інтенсивність росту, біологічна цінність яловичини.

Oleksandr Diachenko, Hryhorii Sedilo, Halyna Tesak

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS

Content of essential polyunsaturated fatty acids and Zinc in the tissues of fattening young cattle with additional introduction to their diet of a mixture of sunflower and flaxseed oils and different doses of zinc sulfate

A comparative assessment of the content of essential polyunsaturated fatty acids of the ω -3 and ω -6 families and Zinc in the forage of the diet with their content in the liver and skeletal muscles and the average daily growth of fattening bulls during the winter-stalling period is presented.

It was found that the introduction of flaxseed oil (as a source of linolenic acid, which is a precursor of polyunsaturated fatty acids of the family ω -3) and sunflower oil (as a source of linoleic acid, which is a precursor of polyunsaturated fatty acids of the family ω -6), a synthetic substance doxane (as an inhibitor of biohydrogenation processes of unsaturated fatty acids in the rumen) and heptahydrozinc sulfate (as a source of Zinc) to the diet of fattening young cattle causes a probable increase in the content of biologically active polyunsaturated fatty acids of the ω -3 and ω -6 family and Zinc in their liver and skeletal muscles.

At the same time, the increase in the content of biologically active polyunsaturated fatty acids of families ω -3 and ω -6 and Zinc in the above tissues by stimulating metabolic processes in the body contributes to a probable increase in average daily weight gain of fattening young cattle. That is, there is a direct relationship between the content of linolenic and linoleic acids and Zinc in the diet and their content in the tissues of experimental animals, productive traits and biological value of beef.

It was found that the best result on the average daily weight gain and the content of Zinc and essential polyunsaturated fatty acids of the family ω -3 and ω -6 in the liver and skeletal muscles of fattening bulls was obtained by additional feeding of 176.0 mg of heptahydrozinc sulfate, flaxseed and sunflower oils in the amount of 65 and 35 ml per head per day, respectively. Feeding such a diet leads to an intensification of the average daily weight gain of fattening bulls by 86.7 g (8.2 %), an increase in the content of essential polyunsaturated fatty acids of the ω -3 and ω -6 families in the liver by 0.16 and 0.12 g/kg of raw weight (72.7 and 27.3 %), in skeletal muscles – respectively by 0.11 and 0.08 g/kg of raw weight (100.0 and 34.8 %), increase in Zinc content respectively by 3.6 and 1.48 mg/kg (10.5 and 7.9 %). This increases the biological value of beef.

Keywords: fattening bulls, flaxseed and sunflower oils, Zinc, doxane, polyunsaturated fatty acids of the families ω -3 and ω -6, growth intensity, biological value of beef.

Вступ. У сучасному світі провідними організаціями, які контролюють питання, пов'язані із якістю та безпечністю сільськогосподарської продукції, а також здоров'ям тварин та людей, є: Організація з сільського господарства та продовольства (ФАО), Міжнародне епізоотичне бюро (МЕБ) і Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), якими розроблена та реалізується стратегія «Єдине здоров'я» (One Health), а також Глобальне здоров'я (Global health security agenda). Основне їх завдання – якість та безпечність сільськогосподарської продукції, від виробника до споживача за принципом «з лану до столу», що є ключовою складовою забезпечення Продовольчої безпеки та захисту споживачів (Consumer protection) у сучасному світі [3, 24].

Пошук засобів покращення біологічної цінності яловичини та підвищення продуктивності відгодівельної худоби ведеться в усьому світі [22, 28, 29]. Дані літератури вказують на те, що основні корми, які використовують для годівлі, містять у своєму складі недостатню кількість незамінних (есенціальних) поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 [34, 36]. Також, у зв'язку з наявністю у великої рогатої худоби передшлунків, велика кількість поліненасичених жирних кислот біогідрогенізується мікрофлорою рубця та трансформується у менш цінні мононенасичені та насичені жирні кислоти [25, 37]. Тому в жирнокислотному складі яловичини міститься невелика кількість незамінних жирних кислот родин ω -3 і ω -6 [], що знижує її біологічну цінність у харчуванні людей [14, 18, 19, 31].

Для покращення біологічної цінності яловичини до раціону великої рогатої худоби додають жири рослинного походження та використовують різноманітні способи захисту незамінних поліненасичених жирних кислот від біогідрогенізації мікрофлорою рубця шляхом згодовування їх у вигляді кальцієвих солей, гранул, брикетів та різноманітних капсул [20, 25]. Однак у світовій практиці до цього часу немає єдиної думки щодо оптимальних кількостей та співвідношення рослинних жирів, які для жуйних тварин є джерелом незамінних жирних кислот родин ω -3 і ω -6. Недостатня або надмірна їх кількість у раціоні негативно впливає на процеси травлення в рубці, трансформацію та накопичення в тканинах відгодівельної худоби [16, 36, 38].

Встановлено, що незамінні (есенціальні) жирні кислоти родин ω -3 і ω -6 в організмі людини є попередниками низки біологічно

активних речовин (простагландинів, тромбоксанів, лейкотриєнів) та основними складовими плазматичних і клітинних мембран [7, 32, 37]. Крім того, вони здатні трансформувати атерогенний холестерол ліпопротеїнів низької щільності в його більш цінні похідні: жовчні кислоти, 25-ОН вітамін D₃, статеві гормони та гормони кори надирників, що є свідченням їх високої біологічної цінності [5, 6, 37].

Потрібно відзначити, що простагландини, попередниками яких є поліненасичені жирні кислоти родини ω -6, стимулюють синтез прозапальних цитокінів (ІЛ-1, ІЛ-6, ІЛ-8, ФНП- α) у тканинах тварин, а простагландини, утворені із поліненасичених жирних кислот родини ω -3, в свою чергу стимулюють синтез протизапальних цитокінів (ІЛ-4, ІЛ-10) [17, 23, 30]. Доведено, що високе співвідношення жирних кислот означених родин сприяє розвитку широко поширених захворювань (від серцево-судинних захворювань і артриту до раку), водночас більш низьке – запобігає виникненню багатьох хронічних хвороб [15, 33].

Слід відзначити, що до лімітуючих мікроелементів Карпатського регіону належить Цинк [1, 2, 12, 35]. За його дефіциту в організмі тварин порушується обмін речовин та знижується продуктивність [21, 27]. Цинк бере активну участь у синтезі різних ензимів в організмі [8]. До його відомих фізіологічних функцій належать ріст, репродуктивна функція, імунологічний захист, синтез інсуліну й колагену, мінералізація кісток, формування і розвиток статевих органів тощо [11, 13, 26]. Означений мікроелемент потрібний для синтезу дезоксирибонуклеїнової кислоти, поділу (цитокінезу) та росту клітин, синтезу білків, метаболізму макронутрієнтів. Його біологічна роль в організмі значною мірою реалізується через участь у синтезі та стабілізації нуклеїнових кислот і білків, процесах енергетичного обміну, проліферації та диференціюванні клітин, підтриманні антиоксидантного статусу [11, 13]. Результати численних досліджень свідчать про те, що Цинк потрібний для підтримання цілісності клітин, збереження інтегральної структури та функції їхніх мембран [13, 34].

Підвищити рівень незамінних жирних кислот родин ω -3 і ω -6 в яловичині, зокрема в печінці й скелетних м'язах, можна шляхом додаткового їх уведення до раціону і використання синтетичної речовини доксан, яка в рубці гальмує їх біогідрогенізацію та трансформацію в мононенасичені та насичені жирні кислоти тим самим збільшує їх вміст у кінцевих продуктах тваринництва та покращує біологічну цінність яловичини для організму людини. Підвищити м'ясну продуктивність відгодівельних бугайців та забезпечити високу інтенсивність обмінних процесів і як наслідок

збільшити вміст есенціальних жирних кислот родин ω -3 і ω -6 у яловичині, можна також шляхом згодовування ВРХ дефіцитного Цинку, який відіграє важливу роль в обмінних процесах та рості і розвитку, а також метаболічно доповнює вплив жирних кислот.

Виходячи з викладеного вище, метою наших досліджень було встановити інтенсивність росту відгодівельних бугайців та особливості накопичення у їх тканинах незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 за введення у раціон джерел есенціальних жирних кислот і різних доз сульфату цинку для підвищення їх м'ясної продуктивності та покращення біологічної цінності яловичини.

Матеріали і методи. Дослід проведено у стійловий період на 5-ти групах відгодівельних бугайців поліської м'ясної породи, віком 15-16 міс., по 10 голів у кожній групі з використанням методичних підходів, які застосовуються в міжнародній практиці відповідно до вимог ISO 17025, а також згідно з загальноприйнятими методиками груп-аналогів на клінічно здорових тваринах. Обліковий період становив 60 діб.

Бугайці контрольної групи отримували тільки основний раціон, який складався з сіна злаково-бобового (4,0 кг), сінажу злаково-бобового (10,0 кг), комбікорму (4,0 кг), браги пшеничної (20,0 кг) і м'яси (0,5 кг). Тваринам I–IV дослідних груп до основного раціону додавали визначену нами у попередніх дослідженнях оптимальну кількість суміші лляної і соняшникової нерафінованих низькосортних олій, які не використовуються для харчування та синтетичну речовину доксан, яка інгібує процеси перетворення поліненасичених жирних кислот у мононенасичені і насичені мікрофлорою у рубці. Крім того бугайцям II–IV дослідних груп додатково згодовували сульфат цинку семиводного ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) за схемою, представленою в табл. 1.

У відібраних зразках кормів методом газової хроматографії [12] за допомогою приладу “Chrom-5” визначали вміст біологічно-активних поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 [10], а також жирнокислотний склад використаних у досліді лляної та соняшникової олій. Вміст Цинку у кормах раціону визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [9] за допомогою приладу Selmi C-115 M1.

Масу тіла піддослідного молодняка визначали на початку та в кінці дослідження методом зважування. У кінці дослідження було проведено плановий забій по 5 бугайців із кожної групи. Для лабораторних досліджень відбирали зразки печінки й скелетних м'язів (найдовшого м'язу спини), у яких методом газової хроматографії визначали вміст есенціальних жирних кислот родин ω -3 і ω -6, а також вміст Цинку методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

1. Схема дослідів

Група	Особливості годівлі
Контрольна	Основний раціон (ОР)
I дослідна	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг маси тіла)
II дослідна	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг маси тіла) + сульфат цинку семиводний (88,0 мг)
III дослідна	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг маси тіла) + сульфат цинку семиводний (176,0 мг)
IV дослідна	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг маси тіла) + сульфат цинку семиводний (264,0 мг)

Отриманий цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Обчислювали середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних величин ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними за $P < 0,05$. Для розрахунків було використали комп'ютерну програму MS-Excel-2007.

Результати та обговорення. Насамперед визначили відносний вміст жирних кислот у лляній і соняшниковій оліях (табл. 2).

2. Жирнокислотний склад соняшnikової та лляної олій, %

Жирні кислоти та їх код	Лляна олія	Соняшnikова олія
Лауринова, 12:0	0,1	0,1
Міристинова, 14:0	0,1	0,1
Пентадеканова, 15:0	0,2	0,3
Пальмітинова, 16:0	6,3	5,2
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,1	0,1
Стеаринова, 18:0	3,7	4,1
Олеїнова, 18:1	19,6	26,1
Лінолева, 18:2	12,9	62,1
Ліноленова, 18:3	56,5	1,0
Арахінова, 20:0	0,4	0,8
Ейкозаєнова, 20:1	0,1	0,1
ω -6/ ω -3	0,23:1	62,10:1

З наведеної таблиці видно, що домінуючою жирною кислотою лляної олії є незамінна жирна кислота – ліноленова (18:3), яка в організмі тварин є попередником більш довголанцюгових і ненасичених жирних кислот родини ω -3 – ейкозапентаєнової (20:5), докозатриєнової (22:3), докозапентаєнової (22:5) й докозагексаєнової (22:6).

Водночас домінуючою жирною кислотою соняшникової олії є лінолева (18:2) – попередник жирних кислот родини ω -6 – ейкозациєнової (20:2), ейкозатриєнової (20:3), ейкозатетраєнової-арахідонової (20:4), докозациєнової (22:2) та докозатетраєнової (22:4). Співвідношення вмісту лінолевої кислоти (18:2) до ліноленової (18:3) в лляній олії становило 0,23:1, в соняшниковій – 62,10:1.

Вміст у кормах раціону піддослідних тварин жирних кислот і Цинку наведено у таблиці 3.

3. Вміст ліноленової (ω -3) та лінолевої (ω -6) кислот та Цинку в окремих кормах раціону піддослідних бугайців

Корми раціону, кг	Лінолева кислота, г	Ліноленова кислота, г	Цинк, мг
Сіно злаково-бобове (4,0)	17,6	4,4	81,2
Сінаж злаково-бобовий (10,0)	48,0	19,0	116,0
Комбікорм (4,0)	56,8	7,2	166,4
Брага пшенична (20,0)	7,8	2,0	52,0
М'яса (0,5)	0,0	0,0	10,4
Вода (50,0)	0	0	0,8
Разом	130,2	32,6	426,8

Як видно з даних таблиці, раціон містить у своєму складі 32,2 і 130,2 г відповідно ліноленової та лінолевої кислот і 426,8 мг Цинку, що є нижче фізіологічної потреби (477 мг/добу) молодняку м'ясних порід великої рогатої худоби з середньодобовими приростами 1000-1100 г на 50,2 мг або 10,5 % [4].

Співвідношення вмісту лінолевої кислоти до ліноленової в основному раціоні контрольної групи бугайців склало 3,99:1 (табл. 4).

Додавання суміші лляної і соняшникової олій до раціону відгодівельних бугайців усіх дослідних груп призвело до збільшення в ньому вмісту лінолевої кислоти на 27,1 г (20,8 %), ліноленової – на 33,4 г (102,5 %) та зниження співвідношення есенціальних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 до родини ω -3 у 1,7 разу (3,99:1 проти 2,38:1).

4. Вміст лінолевої і ліноленової кислот та Цинку у раціоні піддослідних бугайців

Група	Лінолева кислота, г	Ліноленова кислота, г	Цинк, мг	ω-6/ω-3
Контрольна	130,2	32,6	426,8	3,99:1
I дослідна	157,3	66,0	427,1	2,38:1
II дослідна	157,3	66,0	447,1	2,38:1
III дослідна	157,3	66,0	467,1	2,38:1
IV дослідна	157,3	66,0	487,1	2,38:1

Додаткове згодовування різних доз сульфату цинку семиводного тваринам II, III і IV дослідних груп збільшило вміст Цинку у їх раціоні порівняно з контрольною групою відповідно на 4,7, 9,4 і 14,1 %.

Зростання вмісту ліноленової і лінолевої кислот та Цинку у раціоні відгодівельних бугайців у заключний період вирощування забезпечило підвищення інтенсивності їх росту (табл. 5).

5. Інтенсивність росту піддослідних бугайців ($M \pm m$, $n=10$)

Група	Маса тіла, кг		Середньодобовий приріст маси тіла, г
	на початку досліді	у кінці досліді	
Контрольна	433,3±1,75	497,0±2,31	1061,7±14,9
I дослідна	433,4±1,65	501,8±2,15	1140,0±10,3***
II дослідна	433,4±1,53	502,2±2,01	1146,7±9,2***
III дослідна	433,3±1,71	502,2±2,19	1148,3±10,4***
IV дослідна	433,3±1,64	502,0±1,78	1145,0±9,3***

Примітка. У цій та наступних таблицях: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

З даних таблиці видно, що за дослідний період тварини I, II, III і IV дослідних груп порівняно з контрольними аналогами, мали вищі прирости маси тіла відповідно на 78,3, 85,0, 86,7 і 83,3 г.

6. Вміст Цинку у печінці та скелетних м'язах відгодівельних бугайців ($M \pm m$, $n=5$)

Група тварин	Вміст Цинку, мг/кг	
	у печінці	у скелетних м'язах
Контрольна	34,16±0,69	18,70±0,42
I дослідна	34,08±0,59	18,82±0,41
II дослідна	36,28±0,72	19,28±0,54
III дослідна	37,76±0,69**	20,18±0,48*
IV дослідна	38,78±0,81**	20,82±0,64*

Ми дослідили, що додаткове введення до складу раціону відгодівельних бугайців різних доз сульфату цинку семиводного сприяє зростанню вмісту Цинку у печінці та скелетних м'язах (табл. 6).

Встановлено, що вміст Цинку у печінці тварин II, III і IV дослідних груп збільшився відповідно на 6,2, 10,5 і 13,5 %, а у скелетних м'язах – на 3,1, 7,9 і 11,3 % порівняно з контрольною групою.

Додавання до основного раціону тварин I–IV дослідних груп соняшникової і лляної олій та синтетичної речовини доксан привело до змін вмісту і співвідношення досліджуваних жирних кислот у їх тканинах (табл. 7).

7. Вміст поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3 у печінці відгодівельних бугайців, г/кг сирової маси ($M \pm m$, $n=5$)

Група тварин	Незамінні поліненасичені жирні кислоти		ω -6/ ω -3
	родини ω -6	родини ω -3	
Контрольна	0,44 \pm 0,019	0,22 \pm 0,016	2,0:1
I дослідна	0,56 \pm 0,022**	0,36 \pm 0,019***	1,6:1
II дослідна	0,57 \pm 0,024**	0,35 \pm 0,016***	1,6:1
III дослідна	0,56 \pm 0,019**	0,38 \pm 0,015***	1,5:1
IV дослідна	0,58 \pm 0,021**	0,36 \pm 0,018**	1,6:1

Зокрема, вміст незамінних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 у печінці бугайців I, II, III і IV дослідних груп порівняно з тваринами контрольної групи збільшився відповідно на 27,3, 29,5, 27,3 і 31,8 %, а жирних кислот родини ω -3 – відповідно на 63,6, 59,1, 72,7 і 63,6 %. При цьому співвідношення вмісту жирних кислот родин ω -3 до ω -6 у печінці бугайців I-IV дослідних груп знизилося у 1,3 разу.

У скелетних м'язах тварин I, II, III і IV дослідних груп порівняно з бугайцями контрольної групи концентрація незамінних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 підвищилася відповідно на 39,1, 34,8, 34,8 і 43,5 %, а жирних кислот родини ω -3 – відповідно на 81,8, 81,8, 100,0 і 90,9 % (табл. 8). При цьому співвідношення вмісту незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -3 до ω -6 у скелетних м'язах знизилося у 1,3–1,5 разу.

Можна констатувати, що зростання у раціонах відгодівельних бугайців вмісту Цинку та незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3 приводить до їх накопичення у печінці та скелетних м'язах, що сприяє підвищенню біологічної цінності яловичини.

8. Вміст поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3 у скелетних м'язах відгодівельних бугайців ($M \pm m$, $n=5$), г/кг сирової маси

Група тварин	Незамінні поліненасичені жирні кислоти		ω -6/ ω -3
	родини ω -6	родини ω -3	
Контрольна	0,25 \pm 0,012	0,12 \pm 0,009	2,1:1
I дослідна	0,30 \pm 0,014*	0,19 \pm 0,010***	1,6:1
II дослідна	0,30 \pm 0,013*	0,21 \pm 0,008***	1,4:1
III дослідна	0,30 \pm 0,012*	0,22 \pm 0,011***	1,4:1
IV дослідна	0,31 \pm 0,015*	0,20 \pm 0,012***	1,6:1

Встановлено, що в зимово-стійловий період утримання найкращий результат за середньодобовими приростами маси тіла та вмістом Цинку і незамінних поліненасичених жирних кислот родини ω -3 і ω -6 у печінці й скелетних м'язах відгодівельних бугайців отримано за додаткового згодовування 176,0 мг сульфату цинку семиводного та лляної і соняшникової олій в кількості відповідно 65 і 35 мл/гол/добу.

Слід відзначити, що поліненасичені жирні кислоти родини ω -3 порівняно з жирними кислотами родини ω -6 регулюють функціональну активність організму на більш високому рівні і тим самим стимулюють обмінні процеси в організмі тварин. У кінцевому результаті це приводить до поліпшення продуктивних ознак тварин і біологічної цінності яловичини.

Висновки. Введення суміші лляної і соняшникової олій у дозах відповідно 65 і 35 мл/гол/добу до раціону відгодівельних бугайців I, II, III і IV дослідних груп привело до збільшення в ньому вмісту лінолевої кислоти на 27,1 г (20,8 %), ліноленової – на 33,4 г (102,5 %) та зниження співвідношення есенціальних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 до родини ω -3 у 1,7 разу.

Встановлено, що у раціоні тварин контрольної групи міститься 426,8 мг Цинку, що є нижче фізіологічної потреби на 10,5 % для молодняка м'ясних порід великої рогатої худоби з середньодобовими приростами 1000–1100 г.

Найвищі середньодобові прирости відзначено у відгодівельних бугайців III дослідної групи, в раціоні яких вміст Цинку становив 467,1 мг.

Додаткове згодовування відгодівельним бугайцям II, III і IV дослідних груп різних доз сульфату цинку семиводного сприяє зростанню вмісту Цинку у їх печінці відповідно на 6,2, 10,5 і 13,5 %, у

скелетних м'язях – на 3,1, 7,9 і 11,3 % порівняно з тваринами контрольної групи.

Збільшення у раціонах відгодівельних бугайців вмісту Цинку та незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3 приводить до їх накопичення у печінці та скелетних м'язях, що сприяє підвищенню біологічної цінності яловичини.

Найвищі середньодобові прирости маси тіла та вміст жирних кислот у печінці й скелетних м'язях відгодівельних бугайців отримано за додаткового згодовування 176,0 мг сульфату цинку семиводного та лляної і соняшникової олій в кількості відповідно 65 і 35 мл/гол/добу.

Список використаної літератури

1. Богданов Г. О. Інформаційна база даних хімічного складу кормів України для організації обрентованої годівлі сільськогосподарських тварин. Харків : ІТ УААН, 2010. 215 с.
2. Влізло В. В., Седіло Г. М. Мікроелементне забезпечення корів західного регіону України. Тваринництво степу України. 2022. Т. 1, № 2. С. 90–94.
3. Гадзало Я. М. Вирішення проблеми продовольчої безпеки України в контексті реалізації спільної стратегії МЄБ, ВООЗ та ФАО «Єдине здоров'я». *Ветеринарна медицина*. 2014. Вип. 103. С. 5–7.
4. Годівля сільськогосподарських тварин : навч. посіб. / В. А. Бурлака та ін. Житомир : ДАУ, 2004. 460 с.
5. Гопаненко О. О., Рівіс Й. Ф. 25-ОН-вітамін D₃-синтезувальна здатність і склад жирних кислот естерифікованого холестеролу печінки кроликів за гострого аргінінового панкреатиту та його корекції лляною олією. *Біологічні студії*. 2013. Т. 7, № 1. С. 81–88.
6. Дябога Ю. З., Рівіс Й. Ф. Концентрація альдостерону і кортизолу в плазмі крові щурів за різного вмісту та жирнокислотного складу етерифікованого холестеролу в їх організмі. *Біологія тварин*. 2012. Т. 14, № 1/2. С. 101–107.
7. Квачов В. Г., Сокирко Т. О. Ліпідний гомеостаз мембран і імунологічна компетентність мононуклеарних фагоцитів, механізми взаємозв'язку і нові підходи до розробки імуноактивних препаратів. *Біологія тварин*. 2003. Т. 5, № 1/2. С. 83–88.

References

1. Bohdanov H. O. Information database of chemical composition of feed in Ukraine for the organization of reasonable feeding of farm animals. Kharkiv : IT UAAN, 2010. 215 p.
2. Vlizlo V. V., Sedilo H. M. Trace element provision of cows in the western region of Ukraine. *Tvarynystvo stepu Ukrainy*. 2022. Vol 1. No 2. P. 90–94.
3. Hadzalo Ya. M. Solving the problem of food security of Ukraine in the context of the implementation of the joint strategy of the OIE, WHO and FAO "United Health". *Veterynarna medytsyna*. 2014. Issue 103. P. 5–7.
4. Feeding of farm animals: education manual / V. A. Burlaka et al. Zhytomyr : DAU, 2004. 460 p.
5. Hopenenko O. O., Rivis Y. F. 25-OH-vitamin D₃-synthesizing ability and fatty acid composition of esterified cholesterol in rabbit liver by acute arginine pancreatitis and its correction with linseed oil. *Biologichni studii*. 2013. Vol. 7, No 1. P. 81–88.
6. Dliaboha Yu. Z., Rivis Y. F. The concentration of aldosterone and cortisol in the blood plasma of rats with different content and fatty acid composition of esterified cholesterol in their body. *Biologhiia tvaryn*. 2012. Vol. 14, No 1/2. P. 101–107.
7. Kvachov V. H., Sokyрко T. O. Lipid membrane homeostasis and immunological competence of mononuclear phagocytes, mechanisms of interaction and new approaches to the development of immunoactive drugs. *Biologhiia tvaryn*.

8. Кононский О. И. Биохимия тварин. Вища школа. Київ, 2006. 454 с.
9. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізла, Р. С. Федорук, І. В. Ратич та ін.; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.
10. Рівис Й. Ф. та ін. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : посібник; вид. 2-ге, уточн. та доп. Львів : СПОЛЮМ, 2017. 160 с.
11. Фізіологія сільськогосподарських тварин : Підручник : видання друге, доопрацьоване / А. Й. Мазуркевич, В. О. Трокоз, В. І. Карповський та ін.; за ред. А. Й. Мазуркевича, В. О. Трокоза. Київ, НУБіП України, 2014. 456 с.
12. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / за ред. А. І. Фадєєва, Я. В. Пашченко. Харків : Прапор, 2003. 115 с.
13. A review on role of essential trace elements in health and disease / L. Prashanth et al. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*. 2015. Vol. 4 No 2. P. 75–85. URL : http://www.jdrntruhs.org/temp/JNTRUnivHealthSci4275-8378299_231622.pdf.
14. Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review / P. Vahmani et al. *Meat Sci*. 2020. Vol. 165. P. 1–12. doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108114.
15. Den Hartigh L. J. Conjugated linoleic acid effects on cancer, obesity, and atherosclerosis: a review of pre-clinical and human trials with current perspectives. *Nutrients* 2019. Vol. 11, Issue 2. P. 370–379. <https://doi.org/10.3390/nu11020370>.
16. Differential partitioning of rumen-protected n–3 and n–6 fatty acids into muscles with different metabolism / C. Wolf et al. *Meat Science*. 2018. Vol. 137. P. 106–113.
17. Effect of omega-three polyunsaturated fatty acids on inflammation, oxidative stress, and recurrence of atrial fibrillation / L. Darghosian et al. *The American Journal of Cardiology*. 2015. Vol. 115, No 2. P. 196–201.
18. Effects of fatty acids on meat quality: a review / J. D. Wood et al. *Meat Science*. 2004. Vol. 66, No 1. P. 21–32.
2003. Vol. 5, No 1/2. P. 83–88.
8. Kononskyi O. I. Biochemistry of animals. Vyscha shkola. Kyiv, 2006. 454 p.
9. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: handbook / V. V. Vlizlo, R. S. Fedoruk, I. B. Ratych et al.; Za red. V. V. Vlizla. Lviv, 2012. 759 p.
10. Rivis Y. F. et al. Quantitative chromatographic methods for the determination of individual lipids and fatty acids in biological material : handbook / Vyd. 2-he, utochn. ta dop. Lviv, 2017. 160 p.
11. Physiology of farm animals : textbook / A. Y. Mazurkevych et al. ; za red. A. Y. Mazurkevycha, V. O. Trokoza. Second edition, revised. Kyiv : NUBiP Ukraine, 2014. 456 p.
12. Background content of microelements in the soils of Ukraine / za red. A. I. Fadiieva, Ya. V. Pashchenko. Kharkiv : Prapor, 2003. 115 p.
13. A review on role of essential trace elements in health and disease / L. Prashanth et al. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*. 2015. Vol. 4 No 2. P. 75–85. URL : http://www.jdrntruhs.org/temp/JNTRUnivHealthSci4275-8378299_231622.pdf.
14. Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review / P. Vahmani et al. *Meat Sci*. 2020. Vol. 165. P. 1–12. doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108114.
15. Den Hartigh L. J. Conjugated linoleic acid effects on cancer, obesity, and atherosclerosis: a review of pre-clinical and human trials with current perspectives. *Nutrients* 2019. Vol. 11, Issue 2. P. 370–379. <https://doi.org/10.3390/nu11020370>.
16. Differential partitioning of rumen-protected n–3 and n–6 fatty acids into muscles with different metabolism / C. Wolf et al. *Meat Science*. 2018. Vol. 137. P. 106–113.
17. Effect of omega-three polyunsaturated fatty acids on inflammation, oxidative stress, and recurrence of atrial fibrillation / L. Darghosian et al. *The American Journal of Cardiology*. 2015. Vol. 115, No 2. P. 196–201.
18. Effects of fatty acids on meat quality: a review / J. D. Wood et al. *Meat Science*. 2004. Vol. 66, No 1. P. 21–32.

19. Effects of feeding steers extruded flaxseed on its own before hay or mixed with hay on animal performance, carcass quality, and meat and hamburger fatty acid composition / P. Vahmani et al. *Meat Science*. 2017. Vol. 131, No 7. P. 9–17.
20. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality / N. D. Scollan et al. *Meat Science*. 2014. Vol. 97, No 3. P. 384–394.
21. Enjalbert F., Lebreton P., Salat O. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: retrospective study. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2006. No 90. P. 459–466.
22. Fatty acid composition of grain- and grass-fed beef and their nutritional value and health implication / K. M. C. Nogoy et al. *Food Sci Anim Resour.* 2022. Vol. 42, No 1. P. 18–33. doi: 10.5851/kosfa.2021.e73.
23. Fatty acids modulate cytokine and chemokine secretion of stimulated human whole blood cultures in diabetes / M. C. Simon et al. *Clin. Exp. Immunol.* 2013. Vol. 172, No 3. P. 383–393.
24. Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems / W. Willett et al. *Lancet*. 2019. Vol. 393. P. 447–492.
25. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle. A review / S. J. Park et al. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 2018. Vol. 31. P. 1043–1061.
26. Hilal E. Y., Elkhairy M. A. E., Osman A. O. A. The role of zinc, manganese and copper in rumen metabolism and immune function: a review article. *Open Journal of Animal Sciences*. 2016. No 6. P. 304–324. URL : <http://www.scirp.org/journal/ojas>.
27. Influence of heavy metals on metabolic processes in cows / L. G. Slivinska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, No 2. P. 284–291.
28. Meat and human health – Current knowledge and research gaps / N. R. W. Geiker et al. *Foods*. 2021. Vol. 10. No 7. P. 1556–1568. doi: 10.3390/foods10071556.
29. Review: Quality of animal-source foods / S. Prache et al. *Animal*. 2022. Vol. 16. Issue 1, P. 1–16.
- of Cardiology. 2015. Vol. 115, No 2. P. 196–201.
18. Effects of fatty acids on meat quality: a review / J. D. Wood et al. *Meat Science*. 2004. Vol. 66, No 1. P. 21–32.
19. Effects of feeding steers extruded flaxseed on its own before hay or mixed with hay on animal performance, carcass quality, and meat and hamburger fatty acid composition / P. Vahmani et al. *Meat Science*. 2017. Vol. 131, No 7. P. 9–17.
20. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality / N. D. Scollan et al. *Meat Science*. 2014. Vol. 97, No 3. P. 384–394.
21. Enjalbert F., Lebreton P., Salat O. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: retrospective study. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2006. No 90. P. 459–466.
22. Fatty acid composition of grain- and grass-fed beef and their nutritional value and health implication / K. M. C. Nogoy et al. *Food Sci Anim Resour.* 2022. Vol. 42, No 1. P. 18–33. doi: 10.5851/kosfa.2021.e73.
23. Fatty acids modulate cytokine and chemokine secretion of stimulated human whole blood cultures in diabetes / M. C. Simon et al. *Clin. Exp. Immunol.* 2013. Vol. 172, No 3. P. 383–393.
24. Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems / W. Willett et al. *Lancet*. 2019. Vol. 393. P. 447–492.
25. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle. A review / S. J. Park et al. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 2018. Vol. 31. P. 1043–1061.
26. Hilal E. Y., Elkhairy M. A. E., Osman A. O. A. The role of zinc, manganese and copper in rumen metabolism and immune function: a review article. *Open Journal of Animal Sciences*. 2016. No 6. P. 304–324. URL : <http://www.scirp.org/journal/ojas>.
27. Influence of heavy metals on metabolic processes in cows / L. G. Slivinska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, No 2. P. 284–291.

doi.org/10.1016/j.animal.2021.100376.

30. Serum polyunsaturated fatty acids correlate with serum cytokines and clinical disease activity in crohn's disease / E. A. Scoville et al. *Scientific Reports*. 2019. No 9. P. 1–11.

31. Shahidi F., Ambigaipalan P. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Health Benefits. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2018. Vol. 9. P. 345–381. doi: 10.1146/annurev-food-111317-095850.

32. Simopoulos A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1991. Vol. 54, No 3. P. 438–463.

33. Simopoulos A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*. 2008. Vol. 233, No 6. P. 674–688.

34. Soetan K. O., Olaiya C. O., Oyewole O. E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*. 2010. Vol. 4. No 5. P. 200–222.

35. Stasiv O., Sedilo H., Baumgartner W., Vlizlo V. State of cows provision with microelements in mountain, foothills and plain zones of the Ukrainian western region. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Стан, досягнення та перспективи аграрної науки і виробництва в умовах євроінтеграції»*. Львів-Оброшине, 2022. P. 114–116.

36. The effects of feeding flaxseed to beef cows given forage based diets on fatty acids of longissimus thoracis muscle and backfat / R. T. Nassu et al. *Meat Science*. 2011. Vol. 89, No 1. P. 469–477.

37. The role of specific fatty acids on dairy cattle performance and fertility / J. E. P. Santos et al. *The 24th Annual Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, FL, February 5–6, 2013. Florida, 2013. P. 73–89.

38. The scope for manipulating the polyunsaturated fatty acid content of beef: a review / P. Vahmani et al. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2015. Vol. 6, No 1. P. 29–41.

28. Meat and human health – Current knowledge and research gaps / N. R. W. Geiker et al. *Foods*. 2021. Vol. 10. No 7. P. 1556–1568. doi: 10.3390/foods10071556.

29. Review: Quality of animal-source foods / S. Prache et al. *Animal*. 2022. Vol. 16. Issue 1, P. 1–16. doi.org/10.1016/j.animal.2021.100376.

30. Serum polyunsaturated fatty acids correlate with serum cytokines and clinical disease activity in crohn's disease / E. A. Scoville et al. *Scientific Reports*. 2019. No 9. P. 1–11.

31. Shahidi F., Ambigaipalan P. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Health Benefits. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2018. Vol. 9. P. 345–381. doi: 10.1146/annurev-food-111317-095850.

32. Simopoulos A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1991. Vol. 54, No 3. P. 438–463.

33. Simopoulos A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*. 2008. Vol. 233, No 6. P. 674–688.

34. Soetan K. O., Olaiya C. O., Oyewole O. E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*. 2010. Vol. 4. No 5. P. 200–222.

35. Stasiv O., Sedilo H., Baumgartner W., Vlizlo V. State of cows provision with microelements in mountain, foothills and plain zones of the

Ukrainian western region. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Стан, досягнення та перспективи аграрної науки і виробництва в умовах євроінтеграції»*. Львів-Оброшине, 2022. P. 114–116.

36. The effects of feeding flaxseed to beef cows given forage based diets on fatty acids of longissimus thoracis muscle and backfat / R. T. Nassu et al. *Meat Science*. 2011. Vol. 89, No 1. P. 469–477.

37. The role of specific fatty acids on dairy cattle performance and fertility / J. E. P. Santos et al. *The 24th Annual*

Ruminant Nutrition Symposium,
Gainesville, FL, February 5–6, 2013.
Florida, 2013. P. 73–89.

38. The scope for manipulating the
polyunsaturated fatty acid content of beef: a
review / P. Vahmani et al. *J. Anim. Sci.
Biotechnol.* 2015. Vol. 6, No 1. P. 29–41.

Отримано 31 березня 2023 р.
Погоджено до друку 10 липня 2023 р.

Наукове видання

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ
ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО**

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1967 р.
Випуск 74
Частина 1

Реєстраційне свідоцтво
№ 24025-13865 Р
від 05.07.2019.

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

Переклад *А. В. Шелевач*

Формат 30x42/4. Умовн. друк. арк. 13,53. Тираж 100 прим.

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

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 7457 від 28.09.2021 р.
inagrokarpat@isgkr.com.ua
www.isgkr.com.ua

