

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 72

Частина 1



*Видавництво
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН
Оброшине 2022*

УДК 631.636

Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)

ISSN 0130-8521

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН, протокол № 9 від 25 жовтня 2022 р.*

Редакційна колегія:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Марунек М., Інститут тваринництва, Чеська Республіка

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

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

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

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

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

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

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

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

Адреса редколегії:

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине

Львівського р-ну Львівської обл., 81115.

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

© Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН, 2022

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 72

Issue 1

Obroshyne 2022

UDC 631.636

Foothill and mountain agriculture and stockbreeding. 2022. V. 72 (1)

ISSN 0130-8521

Recommended for publication by the Academic Council of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS, Protocol № 9 of October 25, 2022.

Editorial board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Marounek M., Institute of Animal Science, Czech Republic

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

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

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

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

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

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

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

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

Editorial board address:

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS,

st. Grushevskogo, 5, Obroshyne village,

Lviv district, Lviv region, 81115.

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

© Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS, 2022

**ЗЕМЛЕРОБСТВО
І РОСЛИННИЦТВО**

**AGRICULTURE
AND PLANT GROWING**

Бегей С. С., Карасевич Н. В.
Водно-фізичні властивості
грунту під різнокомпонент-
ними травосумішками
на еродованих схилкових землях
Передкарпаття

Behei S. S., Karasevych N. V.
Water-physical properties
of the soil under
multi-component grass mixtures
on the eroded slope lands
of the Pre-Carpathian region

Марцінко Т. І.
Особливості формування
бобово-злакової травосуміші
залежно від впливу
агротехнічних факторів

Martsinko T. I.
Features of the formation
of a leguminous-grass mixture
depending on the influence
of agrotechnical factors

*Нікішичева К. С., Яцух К. І.,
Сендецький В. М.*
Перспективи використання
протруйників насіння
для контролю чисельності
фітопаразитичних нематод
на пшениці озимій

*Nikishycheva K. S.,
Yatsukh K. I., Sendetskyi V. M.*
Prospects for the use
of seed mordants
to control the number
of phytoparasitic nematodes
on winter wheat

Правдива Л. А., Доронін В. А.
Вплив мінеральних
добрив на фотосинтетичну
продуктивність
сорго зернового

Pravdyva L. A., Doronin V. A.
Influence
of mineral fertilizers
on photosynthetic productivity
of grain sorghum

*Семенчук В. Г., Маковійчук С. Д.,
Коленчук М. М., Сендецький В. М.*
Ураження насаджень
насінневої картоплі вірусними
хворобами в процесі
репродукування в різних
фітосанітарних умовах
вирощування

*Semenchuk V. H., Makoviichuk S. D.,
Kolenchuk M. M., Sendetsky V. M.*
Infection of seed potato
plantings by viral diseases
during reproduction
in various phytosanitary
growing conditions

*Терлецька М. І., Біловус Г. Я.,
Ільчук Р. В., Яремко В. Я.*
Оцінка продуктивності сортів
ячменю озимого в умовах
Карпатського регіону

*Terletska M. I., Bilovus H. Ya.,
Ilchuk R. V., Yaremko V. Ya.*
Evaluation of productivity
of cultivars of winter barley in
the conditions of the Carpathian

Фурдига М. М.
Оцінка вихідного селекційного
матеріалу за стійкістю проти
кільцевої гнилі та дитиленхозу

Furdyha M. M.
Evaluation of parent breeding
material for resistance to ring rot
and ditylenchus destructor

Шестак В. Г.
Значення фосфорно-калійних
добрив для дії азоту
та нітрапірину при
виросуванні ячменю озимого
в Західному Лісостепу

Shestak V. H.
The value of phosphorus-
potassium fertilizers for the action
of nitrogen and nitropyrin
by the winter barley cultivation
in Western Forest-Steppe

ТВАРИННИЦТВО

STOCKBREEDING

Польовий І. В.
Якісний і кількісний склад
мікробіоти рубця
та продуктивні якості ярок
за використання біодобавок
у раціоні

Polovyi I. V.
Qualitative and quantitative
composition of rumen microbiota
and productive qualities
of ewe-lamb with the use
of bio supplement in the ration

Пундик В. П., Тесак Г. В.
Моніторинг наявного поголів'я
свиней у Лісостеповій зоні
Західного регіону
та розроблення системи
міжпородного схрещування

Pundyk V. P., Tesak H. V.
Monitoring of the existing pig
population in the Forest-Steppe
zone of the Western region
and development
of an interbreeding system

Хвостик В. П.
Моделювання динаміки росту
м'ясо-яєчних курей

Khvostyk V. P.
Simulation of growth dynamics
of meat and egg chickens

ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-1

УДК 631.51:633.21.6.02

С. С. Бегей, кандидат с.-г. наук

Н. В. Карасевич, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

e-mail: begey100357@gmail.com

ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ПІД РІЗНОКОМПОНЕНТНИМИ ТРАВСУМІШКАМИ НА ЕРОДОВАНИХ СХИЛОВИХ ЗЕМЛЯХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Ґрунтовий покрив Передкарпаття представлений здебільшого дерново-підзолистими поверхнево оглеєними ґрунтами. Ці ґрунти малородючі через несприятливі фізико-хімічні властивості при задовільному вмісті валових форм поживних речовин. Вилучення схилових земель крутизною понад 3° з інтенсивного сільськогосподарського використання та переведення їх у сіяні кормові угіддя – це основний напрям оптимізації природокористування в Україні. Одним з ефективних заходів поліпшення агроекологічного стану, покращення агрофізичних показників та підвищення родючості схилових дерново-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтів є залуження їх багатоконпонентними травосумішами.

Метою досліджень було встановити вплив різнокомпонентних травосумішок на агрофізичні властивості (щільність складення, вологість і загальну пористість) ґрунту в умовах Передкарпаття.

Вищу вологість у шарі ґрунту 0–30 см на слабозмитих ґрунтах як на початок відновлення вегетації (на 0,7–1,8%), так і після першого укусу (на 1,2–8,9%) і на середньозмитих (на 0,7–1,6 та 0,4–5,7% відповідно) відмічено під напівскладними (5–6 компонентів) та складними (7–12 компонентів) багаторічними бобово-злаковими травосумішками порівняно з простою (трьохкомпонентною) травосумішкою (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна). Після другого укусу подібну закономірність зафіксовано на слабозмитих ґрунтах, тоді як на середньозмитих вологість ґрунту була під всіма травосумішками практично однаковою.

Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см на початок весняної вегетації становили 44,1–45,4 мм, після першого укусу – 28,8–34,8 мм на слабозмитих ґрунтах та 56,1–57,3 і 34,9–38,2 мм на середньозмитих і були вищими під 5–12-компонентними травосумішками порівняно з простою трьохкомпонентною (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна). Після другого укусу подібної закономірності не відмічено.

Об'ємна маса в шарі ґрунту 0–30 см під різнокомпонентними багаторічними бобово-злаковими травосумішками на слабозмитих ґрунтах становила 1,31–1,32 г/см³, на середньозмитих – 1,32–1,33 г/см³ на початок весняної вегетації, після першого укошу – 1,32–1,33 та 1,34–1,35 г/см³, після другого – 1,36–1,37 г/см³ відповідно.

Загальна пористість слабо- та середньозмитих ґрунтів як на початок весняної вегетації, так і після першого та другого укосів була задовільною (46,5–49,2% на слабозмитих та 45,4–49,6% на середньозмитих) під усіма травосумішками. Повітроємність ґрунту на слабозмитих ґрунтах становила 23,9–24,8% на початок весняної вегетації, після першого укошу – 27,5–30,0% і після другого – 17,7–18,9%. Подібну закономірність відмічено й на середньозмитих ґрунтах.

Структурний стан шару ґрунту 0–10 см за вмістом агрономічно цінних агрегатів (0,25–10 мм) як на слабозмитих (76,7–78,7%), так і на середньозмитих (73,7–78,2 %) ґрунтах добрий (коефіцієнт структурності – $K = 3,29\text{--}3,69$), на середньозмитих – 73,7–78,2% ($K = 2,92\text{--}3,30$), а за кількістю водотривких агрегатів (48,5–51,3 та 47,7–49,9%) – задовільний. Вищі показники і на слабо-, і на середньозмитих ґрунтах отримано під 7–12-компонентними травосумішками.

Ключові слова: травосумішки, агрофізичні властивості ґрунту, об'ємна маса, вологість, пористість, структура.

Stepan Behei, Natalia Karasevych

Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

Water-physical properties of the soil under multi-component grass mixtures on the eroded slope lands of the Pre-Carpathian region

The soil cover of Pre-Carpathians is represented mainly by sod-podzolic surface-gleyed soils. These soils have low fertility due to unfavourable physicochemical properties with a relative richness of gross forms of nutrients. Withdrawal of sloping lands with a steepness of more than 3° from intensive agricultural use and their transfer to sown forage lands is the main direction of optimization of nature management in Ukraine. One of the effective measures to improve the agro-ecological condition, improve agrophysical indicators and increase the fertility of sloping sod-podzolic surface-gleyed soils is their liming with multi-component grass mixtures

The aim of the research was to establish the influence of multicomponent grass mixtures on agrophysical properties (composition density, moisture and total porosity) of the soil in the Pre-Carpathian conditions.

Higher humidity in the soil layer 0–30 cm, on poorly washed soils both at the beginning of vegetation recovery (by 0.7–1.8%) and after the first mowing (by 1.2–8.9%) and medium-washed (by 0.7–1.6% and 0.4–5.7%, respectively) was observed under semi-complex (5–6 components) and complex (7–12 components) perennial legume-cereal grass mixtures compared to simple (three-component) herbal mixture (perennial fenugreek, meadow thyme, meadow clover). After the

second mowing a similar pattern was observed on poorly washed soils, while on moderately washed soils the soil moisture was almost the same under all grass mixtures.

The reserves of productive moisture in the soil layer 0–30 cm at the beginning of spring vegetation were 44.1–45.4 mm, after the first mowing – 28.8–34.8 mm on poorly washed soils, 56.1–57.3 mm and 34.9–38.2 mm on medium-washed and were higher under 5–12 component grass mixtures in comparison with simple three-component grass mixture (perennial fenugreek, meadow thyme, meadow clover). After the second cut, such a pattern is not observed.

The bulk density in the soil layer 0–30 cm under multi-component perennial legume-cereal grass mixtures was 1.31–1.32 g/cm³ on poorly washed soils, 1.32–1.33 g/cm³ on medium-washed perennial soils at the beginning of spring vegetation, after the first mowing 1.32–1.33 g/cm³ and 1.34–1.35 g/cm³, after the second mowing 1.36–1.37 g/cm³ respectively.

The overall porosity of slightly washed and medium washed soils, both at the beginning of spring vegetation and after the first and second mowings was satisfactory (46.5–49.2% on slightly washed and 45.4–49.6% on medium washed) under all grass mixtures. The air capacity of the soil on slightly washed soils was 23.9–24.8% at the beginning of spring vegetation, after the first mowing 27.5–30.0% and after the second mowing 17.7–18.9%. A similar pattern is observed on moderately washed soils.

The structural condition of the soil layer 0–10 cm according to the content of agronomically valuable aggregates (0.25–10 mm), both on slightly washed (76.7–78.7%), and on medium washed (73.7–78.2 %) soils is good (structurality coefficient – $K = 3.29$ – 3.69), on medium-washed soils – 73.7–78.2% ($K = 2.92$ – 3.30), and by the number of water-resistant aggregates (48.5– 51.3 and 47.7–49.9%) is satisfactory. It should be noted that the highest rates on both slightly washed and moderately washed soils were obtained under complex (7–12 components) perennial legume-cereal grass mixtures.

Keywords: grass mixtures, agrophysical properties of soil, bulk density, moisture, porosity, structure.

Вступ. Родючість ґрунту пов'язують головним чином із наявністю в ньому поживних елементів, при цьому недооцінюють важливість фізичних параметрів. Але несприятливі фізичні чинники (вологість, ущільнення, розпиленість ґрунту, недостатня аерація тощо) лімітують урожай жорсткіше, ніж нестача цих елементів. Тому агрофізична характеристика ґрунту є важливою складовою теоретичного обґрунтування всіх основних заходів землеробства, оскільки їхнє головне завдання полягає у створенні сприятливих фізичних умов у ґрунтах для потреб культурних рослин. Тільки оптимальні фізичні умови, що поєднуються з достатньою кількістю

елементів живлення рослин, забезпечують максимальну продуктивність агрофітоценозів [5, 10, 12, 13].

Відновлення родючості малопродуктивних земель охоплює обмеження або зняття факторів, що спричиняють деградацію ґрунтів, відтворення їхньої стійкості й родючості з наступним поверненням до сільськогосподарського виробництва або ж виведення до рекреаційного фонду [4, 18, 19, 28].

Ґрунтовий покрив Передкарпаття представлений здебільшого дерново-підзолистими поверхнево оглеєними ґрунтами [1, 15, 29]. Ці ґрунти малородючі через несприятливі фізико-хімічні властивості при задовільному вмісті валових форм поживних речовин. Вилучення схилкових земель з інтенсивного сільськогосподарського використання та переведення їх у сіяні кормові угіддя – це основний напрям оптимізації природокористування в Україні [6, 7, 16, 22]. Розрахунки свідчать, що з економічного та екологічного поглядів не вигідно й нераціонально схили крутизною понад 3° щороку обробляти. Землі, розміщені на таких схилах, потрібно виводити з обробітки [8, 9, 14, 20]. Одним з ефективних заходів поліпшення агроекологічного стану, покращення агрофізичних показників та підвищення родючості схилкових дерново-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтів є залуження їх багатоконпонентними травосумішами [2, 3, 23, 25, 26].

Метою досліджень було встановити вплив різнокомпонентних травосумішок на агрофізичні властивості (щільність складення, вологість, загальну пористість, структуру) ґрунту в умовах Передкарпаття.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на слабо- та середньозмитих дерново-підзолистих поверхнево оглеєних середньосуглинкових ґрунтах зі схилом 3–8°. Об'єктом досліджень обрано агроценоз із шести різнокомпонентних травосумішок.

Схему досліду наведено в таблиці 1.

1. Схема досліду

№ п/п	Травосумішка			млн шт. на 1 га	кг/га	%, компоненти травосумішки	
	Назва	Видовий склад	Сорт			ваговий	кількісний
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Травосумішка 1	Пажитниця багаторічна	Осип	4,09	9,00	50	65
2		Тимофійка лучна	Підгірянкa	10,00	6,00		
3		Конюшина лучна	Трускавчанка	7,56	15,00	50	35
Сума				21,59	30,00	100	100

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Траво- сумішка 2	Пажитниця багаторічна	Осип	4,09	9,00	50	55
5		Тимофійвка лучна	Підгірянка	10,00	6,00		
6		Конюшина лучна	Трускавчанка	3,45	7,00	50	45
7		Конюшина гібридна	Придністровська	5,30	4,00		
8		Лядвенець рогатий	Аякс	3,20	4,00		
Сума				26,04	30,00	100	100
9	Траво- сумішка 3	Пажитниця багаторічна	Осип	2,27	5,00	50	50
10		Тимофійвка лучна	Підгірянка	6,70	4,00		
11		Костриця лучна	Діброва	3,33	6,00		
12		Конюшина лучна	Трускавчанка	3,50	7,00	50	50
13		Конюшина гібридна	Придністровська	5,30	4,00		
14		Лядвенець рогатий	Аякс	3,20	4,00		
Сума				24,30	30,00	100	100
15	Траво- сумішка 4	Пажитниця багаторічна	Осип	2,05	4,05	50	45
16		Тимофійвка лучна	Підгірянка	5,83	3,50		
17		Стоколос безостий	Карпатський	1,94	7,00		
18		Конюшина лучна	Трускавчанка	3,50	7,00	50	55
19		Конюшина гібридна	Придністровська	5,30	4,00		
20		Лядвенець рогатий	Аякс	3,20	4,00		
Сума				21,82	30,00	100	100
21	Траво- сумішка 5	Пажитниця багаторічна	Осип	1,82	4,00	50	45
22		Тимофійвка лучна	Підгірянка	5,00	3,00		
23		Костриця лучна	Діброва	2,22	4,00		
24		Стоколос безостий	Карпатський	1,11	4,00	50	55
25		Конюшина лучна	Трускавчанка	3,50	7,00		
26		Конюшина гібридна	Придністровська	5,30	4,00		
27		Лядвенець рогатий	Аякс	3,20	4,00		
Сума				22,15	30,00	100	100

1	2	3	4	5	6	7	8
28	Траво- сумішка 6	Пажитниця багаторічна	Осип	1,36	3,00	50	55
29		Тимофіївка лучна	Підгірянка	3,33	2,00		
30		Костриця лучна	Діброва	1,67	3,00		
31		Стоколос безостий	Карпатський	0,83	3,00		
32		Грястниця збірна	Марічка	1,00	1,00		
33		Мітлиця біла	Галичанка	4,50	1,00	50	45
34		Тонконіг лучний	Баллін	3,33	1,00		
35		Костриця червона	Говерла	0,91	1,00		
36		Конюшина лучна	Трускавчанка	3,00	6,00		
37	Конюшина гібридна	Придністровська	4,00	3,00			
38	Конюшина повзуча	Східничанка	5,00	3,00	50	45	
39	Лядвенець рогатий	Аяке	2,50	3,00			
Сума				31,43	30,00	100	100

Предмет досліджень – агрофізичні властивості ґрунту під різними травосумішками. Агрофізичні властивості визначали за такими методиками. Щільність складення – методом ріжучого кільця пошарово через кожні 10 см до глибини 30 см (ДСТУ ISO 11272–2001). Загальну пористість – співвідношенням щільності складення ґрунту й щільності твердої фази. Польову вологість — термоваговим методом. Відбір зразків ґрунту – через 10 см на глибину 30 см (ДСТУ ISO 11465:2001) [33]. Зразки ґрунту відбирали за відновлення вегетації (весною) та перед першим і другим укосами травосумішок.

Результати та обговорення. Створення агрофітоценозів високої продуктивності ґрунтується на вивченні взаємного впливу травостоїв та середовища, зокрема, на водно-фізичні властивості ґрунту [17, 21, 27, 31]. На початок відновлення вегетації на травосумішках першого року використання вологість у шарі ґрунту 0–30 см становила 18,6–19,0%. Як на слабозмитих, так і на середньозмитих ґрунтових відмінах нижчу вологість ґрунту на 0,5–1,8 та 0,7–1,6% відмічено на простій (трёхкомпонентній) травосумішці (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна). Запаси продуктивної вологи під багаторічними бобово-злаковими травосумішками становили 44,1–45,4 мм на слабозмитих ґрунтах та 56,1–57,3 мм на середньозмитих і були нижчими під трёхкомпонентною травосумішкою 1 (на 1,4–2,9 та 0,5–2,1%).

Після першого укусу на слабозмитих ґрунтах вологість у шарі ґрунту 0–30 см становила 14,85–16,17%, на середньозмитих – 16,09–17,00% і була вищою під 5–6-компонентними (травосумішки 2–4) та складними 7–12-компонентними (травосумішки 5–6) травосумішками порівняно з простою трьохкомпонентною травосумішкою 1. Запаси продуктивної вологи становили 29,8–34,8 мм і були вищими на 9,2–16,7% під 6–12-компонентними багаторічними бобово-злаковими травосумішками порівняно з трьохкомпонентною травосумішкою 1. На середньозмитих ґрунтах відмічено подібну закономірність, однак вологість ґрунту під травосумішками була вища на 1,1–10,7%, а запаси продуктивної вологи – на 3,9–17,9%.

На слабозмитих ґрунтах вологість у шарі ґрунту 0–30 см після другого укусу становила 20,1–21,3%, на середньозмитих – 22,8–23,0%, запаси продуктивної вологи – 52,5–57,1 та 63,2–66,5 мм відповідно. Залежності змін вологості ґрунту від кількості компонентів у багаторічних бобово-злакових травосумішках не відмічено.

Об'ємна маса є основною агрономічною характеристикою ґрунту, яка відображає його будову та водно-фізичні властивості [11, 30, 32]. Вона на початок відновлення вегетації в шарі ґрунту 0–10 см на слабозмитих ґрунтах становила 1,20–1,23 г/см³, на середньозмитих – 1,21–1,23 г/см³, в шарі 10–20 см – 1,29–1,31 та 1,32 г/см³, в шарі 20–30 см – 1,41–1,44 та 1,42–1,45 г/см³ відповідно.

Після першого укусу об'ємна маса в шарі ґрунту 0–10 см на слабозмитих ґрунтах дорівнювала 1,20–1,25 г/см³, на середньозмитих – 1,18–1,23 г/см³, в шарі 10–20 см – 1,30–1,33 та 1,33–1,37 г/см³, в шарі 20–30 см – 1,40–1,45 та 1,44–1,47 г/см³.

Після другого укусу об'ємна маса в шарі ґрунту 0–10 см на слабозмитих ґрунтах становила 1,2 та 1,41–1,42 г/см³, в шарі 20–30 см – 1,47–1,50 і 1,50–1,52 г/см³.

Шпаруватість – сумарний обсяг усіх пор і проміжків між частинками твердої фази ґрунту. Це дуже важлива властивість ґрунту. Пористість ґрунту протилежно спрямована його щільності: чим менша пористість, тим вища його щільність. Загальна пористість (шпаруватість) залежно від ґрунту й обробітку перебуває в межах від 30 до 70% об'єму ґрунту. Для росту й розвитку рослин найкраща пористість становить 50–60%. Коли відомі загальна шпаруватість ґрунту і його вологість, можна розрахувати шпаруватість аерації, або повітроємність, що виражається в об'ємних відсотках.

Вважається, що оптимальні умови аерації мінеральних ґрунтів забезпечуються при вмісті ґрунтового повітря на рівні 20–40%. У разі

падіння повітроємності нижче 15% газообмін між атмосферою і ґрунтом розглядається як незадовільний [24].

Загальна шпаруватість ґрунту на початок весняної вегетації під багаторічними травосумішками становила 48,8–49,2% на слабозмитих ґрунтах та 49,4–49,6% на середньозмитих, повітроємність – 23,9–24,6 та 20,4–20,9% відповідно. Після першого укосу загальна шпаруватість ґрунту як на слабозмитих, так і на середньозмитих ґрунтах була приблизно однакова й сягала 48,5–49,6%, однак повітроємність на слабозмитих ґрунтах була вищою на 1,9–11,0%, на що насамперед вплинули агрофізичні властивості (вологість, щільність) середньозмитого ґрунту. Після другого укосу вищу загальну шпаруватість та повітроємність (на 1,5–3,2 та 25,5–50,4% відповідно) відмічено на слабозмитому ґрунті.

Отже, загальна шпаруватість слабо- та середньозмитих ґрунтів як на початок весняної вегетації, так і після першого та другого укосів була задовільною (46,5–49,2% на слабозмитих та 45,4–49,6% на середньозмитих) під усіма травосумішками. Повітроємність ґрунту на слабозмитих ґрунтах становила 23,9–24,8% на початок весняної вегетації, після першого укосу – 27,5–30,0% і після другого – 17,7–18,9%. Подібну закономірність відмічено і на середньозмитих ґрунтах (рис. 1).

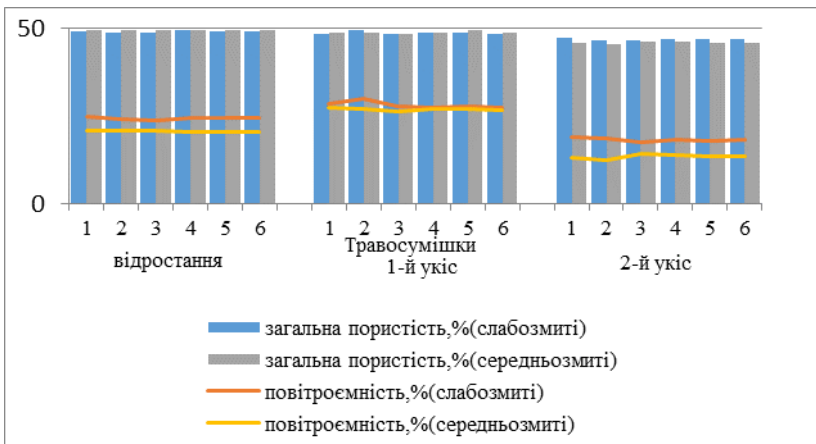


Рис. 1. Загальна пористість та повітроємність ґрунту під різнокомпонентними багаторічними травосумішками

Структура є важливою морфологічною ознакою, основною фізичною та агрофізичною характеристикою ґрунту. До агрономічно цінних належить структура, яка складається з макроагрегатів розміром від 0,25 до 10 мм і забезпечує родючість ґрунту. За даними сухого просіювання дають кількісну характеристику ґрунту (вміст макроагрегатів) і обчислюють коефіцієнт структурності К. Чим вище К, тим ґрунт краще оструктурений. Результати структурного аналізу (рис. 2) шару ґрунту 0–10 см виявили, що вміст агрономічно цінних агрегатів (>10 – <0,25 мм) на слабозмитих ґрунтах становив 76,7–78,7% (К – 3,29–3,69), а на середньозмитих – 73,7–78,2% (К – 2,92–3,30) і був вищий під 7- та 12-компонентними травосумішками (травосумішки 5 і 6).

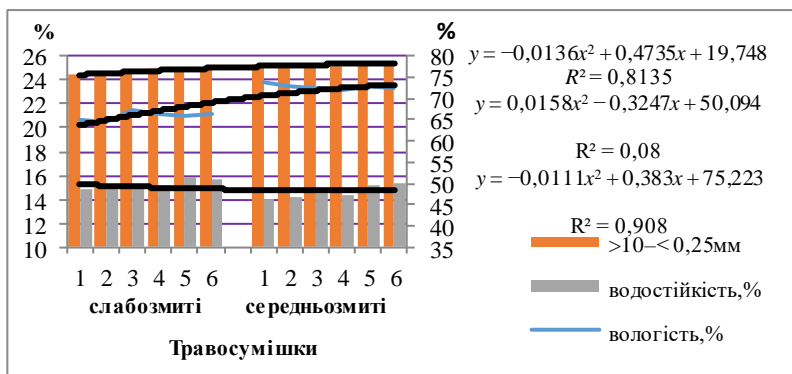


Рис. 2. Вміст ґрунтових агрегатів >10 – <0,25 мм та їхня водостійкість залежно від складу травосумішок

На кількість водотривких агрегатів у шарі ґрунту 0–10 см під різнокомпонентними травосумішками мали вплив вологість ґрунту та щільність травостою. Так, вміст водотривких агрегатів на слабозмитих ґрунтах становив 48,5–51,3% і був вищий на 5,2–5,8% під 7–12-компонентними травосумішками порівняно із трьохкомпонентною (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна). На середньозмитих ґрунтах відмічено подібну закономірність: вміст водотривких агрегатів під 7–12-компонентними травосумішками становив 49,4–49,9% і був вищий на 3,6–4,6% порівняно із трьохкомпонентною травосумішкою (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна).

Отже, структурний стан шару ґрунту 0–10 см згідно зі шкалою оцінювання (В. В. Медведєв, С. Ю. Булігін, С. В. Вітвіцький, [11]) за вмістом повітряно-сухих агрономічно цінних агрегатів (0,25–10 мм) як на слабозмитих (76,7–78,7%), так і на середньозмитих (73,7–78,2%) ґрунтах добрий, а за кількістю водотривких агрегатів (48,5–51,3 та 47,7–49,9%) задовільний. Вищі показники як на слабо-, так і на середньозмитих ґрунтах в шарі ґрунту 0–10 см отримано під 7–12-компонентними травосумішками.

Висновки. Вищу вологість та запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см на слабо- та середньозмитих ґрунтах як на початок відновлення вегетації, так і після першого укусу відмічено під напівскладними (5–6 компонентів) та складними (7–12 компонентів) багаторічними бобово-злаковими травосумішками порівняно з простою (трёхкомпонентною) травосумішкою (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна). Після другого укусу подібну закономірність зафіксовано на слабозмитих ґрунтах, тоді як на середньозмитих вологість ґрунту була під всіма травосумішками практично однаковою.

Об'ємна маса в шарі ґрунту 0–30 см під різнокомпонентними багаторічними бобово-злаковими травосумішками становила на слабозмитих ґрунтах 1,31–1,32 г/см³, на середньозмитих – 1,32–1,33 г/см³ на початок весняної вегетації, після першого укусу – 1,32–1,33 та 1,34–1,35 г/см³, після другого – 1,36–1,37 г/см³ відповідно.

Загальна пористість слабо- та середньозмитих ґрунтів як на початок весняної вегетації, так і після першого та другого укусів була задовільною (46,5–49,2% на слабозмитих та 45,4–49,6% на середньозмитих) під усіма травосумішками. Повітроємність ґрунту на слабозмитих ґрунтах становила 23,9–24,8% на початок весняної вегетації, після першого укусу – 27,5–30,0% і після другого – 17,7–18,9%. Подібну закономірність відмічено й на середньозмитих ґрунтах.

Структурний стан шару ґрунту 0–10 см за вмістом агрономічно цінних агрегатів (0,25–10 мм) і на слабозмитих (75,5–77,0%), і на середньозмитих (77,4–78,4%) ґрунтах добрий, а за кількістю водотривких агрегатів (48,5–51,3 та 46,4–49,9%) задовільний. Вищі показники як на слабо-, так і на середньозмитих ґрунтах у шарі ґрунту 0–10 см отримано під складними (7–12 компонентів) багаторічними бобово-злаковими травосумішками.

Список використаної літератури

1. Белова Н. В. Екологічний стан агроландшафтів Передкарпаття.

References

1. Byelova N. V. Ecological state of agrolandscapes of Precarpathian Actual

Актуальні проблеми дослідження довкілля : зб. наук. праць. Суми, 2013. Т. 2. С. 101–105.

2. Боговін А. В. Вимоги до добору видів трав і травосумішей для створення сіяних лук різного господарського використання. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ : ВД «ЕКМО», 2009. Вип. 3. С. 112–120.

3. Боговін А. В., Пташник М. М., Дудник С. В. Еколого-біологічна структура і продуктивність трав'янистих ценозів за різних способів їх відтворення на вилучених з обробітку орних землях. *Біоресурси і природокористування* / Видавничий центр НУБіП. 2012. Т. 4. № 3–4. С. 57–62.

4. Гавриленко О. П. Геоecологічне обґрунтування проектів природокористування : навч. посіб. Київ : Ніка-Центр, 2003. 218 с.

5. Гаськевич В. Г., Лемега Н. М. Агрофізична деградація підзолистодернових поверхнево-оглеєних ґрунтів Передкарпаття. *Ґрунтознавчо-географічна наука і практика – традиції та сьогодення* : матеріали Всеукр. наук. конф., присвяченої 100-річчю від народження д. с.-г. н., проф. І. М. Гоголева (м. Одеса, 12–13 вересня 2019 р.). Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2019. С. 106–111.

6. Дребот О. І., Сахарнацька Л. І., Височанська М. Я. Модель ефективності використання економічного механізму земель сільськогосподарського призначення. *Ефективність державного управління* : зб. наук. пр. Львів : ЛРІДУ НАДУ, 2018. № 4 (57). Ч. 2. 163–177 с.

7. Збарський В., Мацибора В., Чалий А. Економіка сільського господарства. Київ : Каравела, 2009. 264 с.

8. Камінський В. Ф., Шевченко І. П. Досвід організації та ефективного використання земельних угідь в ерозійно небезпечних агроландшафтах зони Лісостепу. *Посіб. укр. хлібороба* : наук.-практ. щорічник. 2013. Т. 1. С. 10–11.

problems of environmental research: coll. *Aktual'ni problemy doslidzhennya dovkillya* : zb. nauk. prats'. Sumy. 2013. Vol. 2. P. 101–105.

2. Bohovin A. V. Requirements for the selection of types of herbs and grass mixtures for the creation of sown onions for various economic uses. *Zb. nauk. pr. NNTS «Instytut zemlerobstva UAAN»*. Kyiv : VD «EKMO», 2009. Vyp. 3. P. 112–120.

3. Bohovin A. V., Ptashnyk M. M., Dudnyk S. V. Ecological and biological structure and productivity of grass cenoses in different ways of their reproduction on arable lands withdrawn from cultivation. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya*. Vydavnychyy tsentr NUBiP. 2012. Vol. 4. No. 3–4. P. 57–62.

4. Havrylenko O. P. Geoecological substantiation of nature management projects : Textbook. way. Kyiv : Nika-Tsentr, 2003. 218 p.

5. Has'kevych V. H., Lemeha N. M. Agrophysical degradation of podzolic sodgleyed soils of Precarpathia. *Soil Geography and Practice – Traditions and Present* : Proceedings of the All-Ukrainian Scientific Conference Dedicated to the 100th Anniversary of the Birth of Dr. S.-G. n., prof. IM Gogolev (Odesa, September 12–13, 2019). Odesa : ONU imeni I. I. Mechnykova, 2019. P. 106–111.

6. Drebort O. I., Sakharnats'ka L. I. Model of efficiency of use of the economic mechanism of agricultural lands. Coll. Science. etc. *Efficiency of public administration*. L'viv : LRIDU NADU, 2018. No. 4 (57). Part 2. P. 163–177.

7. Zbars'kyy V., Matsybora V., Chalyo A. Economics of Agriculture. *Ekonomika sil'skoho hospodarstva*. Kyiv : Karavela, 2009. 264 p.

8. Kamins'kyy V. F., Shevchenko I. P. Experience of organization and effective use of land in erosion-hazardous agricultural landscapes of the Forest-Steppe zone. *Posib. ukr. khliboroba*. Nauk.-prakt. shchorichnyk. 2013. Vol. 1. P. 10–11.

9. Kurhak V. H. Rational use of natural forage lands of Ukraine. *Zb. nauk. prats'*

9. Кургак В. Г. Рациональне використання природних кормових угідь України. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 3–4. С. 93–102.
10. Медведев В. В. Агро- і екофізика почв. Харьков : Полосатая типографія, 2015. 312 с.
11. Медведев В. В., Булігін С. Ю., Вітвіцький С. В. М 42 Фізика ґрунту : навч. посіб. Київ : Видавництво, 2018. 289 с.
12. Медведев В. В., Пліско І. В. Фізична деградація орних ґрунтів: висновки з досліджень і актуальні задачі. *Вісник аграрної науки*. Спец. вип. 2016. Жовтень '10. С. 17–30.
13. Носко Б. С., Дуда Г. Г., Непочатов О. П. Вплив добрив на зміну основних показників родючості чорноземних ґрунтів Лівобережного Лісостепу в умовах локального агроекологічного моніторингу. *Агрохімія і ґрунтознавство* : міжвідомчий темат. наук. зб. Харків : Аграрна наука, 1998. С. 41–43.
14. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Векленко Ю. А. Сталій розвиток лукопасовищного кормовиробництва в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 6. С. 25–32.
15. Позняк С. П., Гаськевич В. Г., Лемега Н. М. Типологія деградації ґрунтів. Ґрунти Львівської області : колективна монографія / за ред. С. П. Позняка. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2020. С. 335–341.
16. Попова О. Л. Екодіагностика природо-господарської організації території України: агроландшафтний аспект. *Економіка і прогнозування*. 2012. № 3. С. 92–101. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econprog_2012_3_9.
17. Почепцова Л. Г. Варіювання фізичних показників чорноземів, обумовлене типом їх використання. *Вісник ХДАУ*. 2000. № 1. С. 116–121.
18. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства / за ред. В. В. Медведева, NNTS "Instytut zemlerobstva NAAN". 2013. Вип. 3–4. P. 93–102.
10. Medvedev V. V. Agro- and ecophysics of soils. Kharkov : Polosataya tipografiya, 2015. 312 p.
11. Medvedev V. V. Bulyhin S. Yu., Vitvits'kyi S. V. Soil physics : navchal'nyy posibnyk. Kyiv : Vydavnytstvo, 2018. 289 p.
12. Medvedev V. V., Plisko I. V. Physical degradation of arable soils: conclusions from research and current issues. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. Special issue. 2016. October'10. P. 17–30.
13. Nosko B. S., Duda H. H., Nepochatov O. P. Influence of fertilizers on the change of the main indicators of the fertility of chernozem soils of the Left Bank in the conditions of agro-ecological monitoring. *Ahrokhimiya i ґruntoznnavstvo* : mizhvidomchyy temat. nauk. zb. Kharkiv : Ahrarna nauka, 1998. P. 41–43.
14. Petrychenko V. F., Korniy-chuk O. V., Veklenko Yu. A. Sustainable development of forage production in the conditions of climate change. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2018. No. 6. P. 25–32.
15. Poznyak S. P., Has'kevych V. H., Lemeha N. M. Typology of soil degradation. Soils of Lviv region : a collective monograph/ed. S. P. Poznyak. L'viv : LNU imeni Ivana Franka, 2020. P. 335–341.
16. Popova O. L. Ecodiagnostics of natural and economic organization of the territory of Ukraine: agro landscape aspect. *Economy and forecasting*. 2012. No. 3. P. 92–101. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econprog_2012_3_9.
17. Pocheptsova L. H. Variation of physical parameters of chernozems, due to the type of their use. *Visnyk KHD AU*. 2000. No. 1. P. 116–121.
18. The state of soil fertility of Ukraine and the forecast of its changes under modern agriculture. For the order/za red. V. V. Medvedyeva, M. V. Lisovoho. Kharkiv : SHTRIKH, 2001. 100 p.
19. Stoyko N. Ye., Stadnyts'ka O. V. Effective use of degraded and unproductive agricultural lands: planning aspect.

М. В. Лісового. Харків : ШТРИХ, 2001. 100 с.

19. Стойко Н. С., Стадницька О. В. Ефективне використання деградованих та малопродуктивних сільськогосподарських земель: аспект планування. *Український журнал прикладної економіки*. 2020. Т. 5. № 1. С. 333–341.

20. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня / С. А. Балюк, В. В. Медведєв, Л. І. Воротинцева, В. В. Шимель. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 5–11.

21. Тараріко Ю. О. Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика. Київ : Аграрна наука, 2005. 508 с.

22. Трускавецький Р. С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції. Харків : Нове слово, 2003. 225 с.

23. Уланчук В., Альошкіна Л. Шляхи підвищення ефективності використання земельних ресурсів у сільськогосподарських підприємствах регіону. *Економіка АПК*. 2009. № 9. С. 10–15.

24. Фраєр О. В. Тенденції в рослинництві та сталій розвитку сільського господарства в Україні – можливості для гармонізації. *Економіка АПК*. 2018. № 10. С. 117–125.

25. Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І. Структурно-агрегатний склад ґрунту залежно від основного обробітку та удобрення. *Агрономія*. 2018. Т. 10. № 5–6. С. 139–145.

26. Шевченко І. П., Яценко С. В. Змив ґрунту та ерозійні втрати елементів живлення в агроландшафтах Центрального Лісостепу. *Вісник Харківського національного аграрного у-ту ім. В. В. Докучаєва*. 2006. № 6. С. 181–185.

27. Ющак В. С. Вплив норми висіву багаторічних трав на врожайність сіяних агроценозів на еродованих схилах в горах. *Проблеми агропромислового комплексу Карпат* : міжвід. тем. наук. зб. Ужгород : Карпати, 1992. Вип. 1. С. 106–111.

Ukrayins'kyi zhurnal prykladnoyi ekonomiky. 2020. Vol. 5. No. 1. P. 333–341.

20. Modern problems of soil degradation and measures to achieve a neutral level / S. A. Balyuk, V. V. Medvedyev, L. I. Vorotyntseva, V. V. Shymel'. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2017. No. 8. P. 5–11.

21. Tarariko Yu. O. Formation of sustainable agroecosystems: theory and practice. Kyiv : Ahrama nauka, 2005. 508 p.

22. Truskavets'kyi R. S. Buffering capacity of soils and their main functions. Kharkiv : Nove slovo, 2003. 225 p.

23. Ulanchuk B., Al'oshkina L. Ways to improve the efficiency of land use in agricultural enterprises in the region. *Ekonomika APK*. 2009. No. 9. P. 10–15.

24. Frayer O. V. Trends in crop production and sustainable development of agriculture in Ukraine – opportunities for harmonization. *Ekonomika APK*. 2018. No. 10. P. 117–125.

25. Tsyuk O. A., Tsentylo L. V., Mel'nyk V. I. Structural and aggregate composition of the soil depending on the main tillage and fertilizer. *Ahronomiya*. 2018. Vol. 10. No. 5–6. P. 139–145.

26. Shevchenko I. P., Yatsenko S. V. Soil erosion and erosional losses of nutrients in the agricultural landscapes of the central forest-steppe. *Visnyk Kharkivsk'oho natsional'noho ahrarnoho u-tu im. V. V. Dokuchayeva*. Kharkiv, 2006. No. 6. P. 181–185.

27. Yushchak V. S. Influence of sowing rate of perennial grasses on yield of sown agrocenoses on eroded slopes in mountains. *Problemy ahropromyslovoho kompleksu Karpat* : mizhvid. tem. nauk. zb. Uzhhorod : Karpaty, 1992. Issue 1. P. 106–111.

28. Batey T. Soil compaction and soil management – A review. *Soil Use and Management*. 2009. No. 25 (4). P. 335–345.

29. Begei S. Agro-technical measures for efficient use of eroded lands of pre-carpathian. *Science for modern agriculture in the Carpathian region* : monograph. 2021. 49–60 p.

30. Cumulative effects of a 17-year chemical fertilization on the soil quality of

28. Batey T. Soil compaction and soil management – A review. *Soil Use and Management*. 2009. No. 25 (4). P. 335–345.
29. Begei S. Agro-technical measures for efficient use of eroded lands of pre-carpathian. *Science for modern agriculture in the Carpathian region* : Monograph. 2021. P. 49–60.
30. Cumulative effects of a 17-year chemical fertilization on the soil quality of cropping system in the Loess Hilly Region, China / Q. Li et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2013. No. 176. P. 249–259.
31. Directions of the organizational and investment Mechanism of agricultural landscapes use / O. I. Drebot, M. Kh. Shershun, L. I. Sakharnatska, M. Y. Vysochanska. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19. Issue 3. P. 125–132.
32. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science*. 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.
33. Zemlerobstvo. Praktykum [Agriculture. Workshop] / S. P. Tanchik, Y. P. Manko, V. P. Hudz et al. Kyiv : FOP Korzun D. Yu., 2013. 278 p.

Отримано: 13 травня 2022 р.
Погоджено до друку: 1 липня 2022 р.

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

УДК 633.2.03:631.8

Т. І. МАРЦІНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

e-mail: tarmarc@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БОБОВО-ЗЛАКОВОЇ ТРАВСУМІШІ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ

В останні роки погіршення екологічної ситуації, зростання цін на мінеральні добрива та їхнє прогнозоване подорожчання змушують шукати шляхи зменшення норм їх внесення та альтернативні засоби підтримання високої продуктивності сіяних кормових угідь. Хоча удобрення було й залишається одним із вирішальних способів збільшення продуктивності сіножатей, а також підвищення їхньої економічної ефективності.

Метою наших досліджень було виявити особливості формування продуктивності бобово-злакової травосуміші сінокісного типу залежно від застосування малих доз мінерального удобрення, використання стимулятора росту та передпосівної інокуляції насіння.

Дослід закладено у 2020 р. літнім безпокровним способом сівби на осушених гончарним дренажем дерново-підзолистих поверхнево оглесних середньокислих суглинкових ґрунтах. З багаторічних трав висівали: пажитницю багаторічну – сорт Дрогобицький 16, тимофійку лучну – Підгірянку, грястицю збірну – Дрогобичанка, конюшину лучну – Передкарпатська 33, конюшину гібридну – Придністровська і лядвенець рогатий – Аякс.

Польові дослідження проводяться на експериментальній базі Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського Карпатського регіону НААН (с. Лішня Дрогобицького р-ну Львівської обл.).

Мінеральні добрива використовували у формі нітроамофоски. Згідно зі схемою проводили обробку вегетуючих рослин у фазі кущення препаратом «Міра РК» та обробляли насіння бобових перед посівом бактеріальним препаратом «Ризобіфіт».

Встановлено, що передпосівна інокуляція насіння бактеріальними препаратами дала змогу отримати 13,7 т/га, що на 2,7 т/га, чи 24,5%, більше порівняно з варіантом, де насіння не піддавали обробці.

Серед варіантів удобрення найефективнішим виявилося сумісне застосування обробки насіння «Ризобіфітом», вегетуючого травостою стимулятором росту «Міра РК» поряд із внесенням в ґрунт $N_{30}P_{30}K_{30}$, що забезпечує отримання 15,5 т/га сухої маси. На цьому ж варіанті відмічено і

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, 2022. Вип. 72 (1)
найвищий вміст сіяних бобових трав – 76,3%. Рівень рентабельності при цьому склав 149%.

Передпосівна інокуляція насіння забезпечила зростання рентабельності до 134% проти варіанта без обробки, у якому цей показник становив 91%. Менш рентабельним у досліді виявився варіант із внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ у вигляді нітроамофоски – лише 68%.

Ключові слова: травостій, удобрення, ботанічний склад, продуктивність, суха маса, рентабельність.

Taras Martsinko

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Features of the formation of a leguminous-grass mixture depending on the influence of agrotechnical factors

In recent years, the deteriorating environmental situation, rising prices for mineral fertilizers and their projected further rise makes us look for ways to reduce their application rates and find alternative ways to maintain the high productivity of sown forage. Although fertilizer has been and remains one of the crucial tools to increase the productivity of hayfields, as well as increase their economic efficiency.

The aim of our research was to identify the features of the formation of productivity of legume-cereal grass mixture of hay type depending on the use of small doses of mineral fertilizers, the use of growth stimulants and pre-sowing inoculation of seeds.

The experiment was established in 2020 by the summer uncovered method of sowing on drained by pottery drainage podzolic surface-gleyed medium acidic loamy soils. From perennial grasses were sown: perennial fenugreek – variety Drohobytskyi 16, timothy meadow – Pidhirianka, orchard grass – Drohobychanka, meadow clover – Peredkarpatska 33, hybrid clover – Prydnistrovska and birdsfoot trefoil – Aiaks.

Field research is conducted on the experimental basis of the Pre-Carpathian Department of Research of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS (Lishnia village, Drohobych district, Lviv region).

Mineral fertilizers were used in the form of nitroammophoska. According to the scheme, vegetative plants were treated in the tillering phase with "Mira RK" and legume seeds were treated with "Rhizobofit" bacterial preparation before sowing.

It was found that pre-sowing inoculation of seeds with bacterial preparations allowed to obtain 13.7 t/ha, which is 2.7 t/ha or 24.5% more compared to the option where the seeds were not treated.

Among the fertilizer options, the most effective was the joint application of "Rhizobofit" seed treatment, vegetative grass treatment with "Mira RK" growth stimulant along with the application of $N_{30}P_{30}K_{30}$ to the soil, which provides 15.5 t/ha of dry weight. In the same case, the highest content of sown legumes was 76.3%. The level of profitability was 149%.

Pre-sowing inoculation of seeds provided an increase in profitability to 134% compared to the option without treatment in which this figure was 91%. Less

Keywords: grassland, fertilizers, botanical composition, productivity, dry matter, profitability.

Вступ. Продуктивність багаторічних трав на схилі землях значною мірою лімітується наявністю поживних речовин у ґрунті. Для одержання високої продуктивності сіяних багаторічних трав потрібне систематичне застосування добрив, без внесення яких урожайність залишається вкрай незадовільною.

Високих урожаїв на лучних угіддях можна досягати лише при регулярному внесенні мінеральних добрив в оптимальних дозах та співвідношеннях відповідно до складу травостоїв, особливостей ґрунтового покриву й режимів використання [7, 8, 24, 28]. Удобрення було й залишається одним із вирішальних заходів для збільшення продуктивності сіножатей, а також підвищення їхньої економічної ефективності. Внесення добрив не лише обумовлює зростання врожайності, а й подовжує продуктивне довголіття сіяних трав в агрофітоценозах. Застосування мінеральних добрив дає змогу підтримувати врожайність лучних угідь протягом багатьох років на високому рівні [2, 9, 24, 30, 31]. При достатньому забезпеченні елементами живлення трави здатні більш економно використовувати енергію сонця, освітлення, воду. А це значить, що удобрені лучні травостої за однакових зовнішніх умов більше нагромаджують органічної речовини й тому дають вищий врожай порівняно з неудобреними [1, 22, 23, 26].

Попри це, як свідчать численні дослідження, у результаті внесення не збалансованих елементами добрив, хоч і одержують збільшення врожаю, збіднюється ботанічний склад рослинних угруповань, а також спостерігається відсутність заселення травостоїв новими видами трав [6, 14, 15]. Все це стається через конкуренцію окремих видів рослин за елементи мінерального живлення та пригнічення більш витривалими травами інших.

Злакові трави, вимогливіші до вологи незалежно від режиму використання (скошування чи випасання), із часом утворюють щільну дернину, завдяки якій при поверхневому внесенні повних мінеральних добрив краще забезпечуються елементами мінерального живлення. В цих умовах прискорюється ріст злаків, які затінюють інші трави. Крім цього, створюються умови калійного й фосфорного голодування для бобових і відбувається їх витіснення з травостоїв [10, 17, 27].

Завдяки наявності на кореневій системі бобових трав бульбочок з азотфіксуючими бактеріями вони потребують внесення в першу чергу фосфорно-калійних добрив. Азотом вони забезпечують себе самі, а водночас і злакові компоненти. Тому, якщо у травостої лучних угідь бобові займають 40–50%, а у Західному регіоні – не менше 25–30%, для одержання 40–50 ц/га кормових одиниць достатньо вносити лише фосфорні й калійні добрива [4, 5, 19, 29].

Деякі дослідники вказують, що азотні добрива на бобово-злакових травостях малоєфективні. Це зумовлено різною здатністю злакових і бобових трав до мобілізації та використання поживних речовин із ґрунту й добрив. Азот використовується бобовими й злаками в змішаних травостях майже однаковими темпами, а калій і фосфор поглинаються швидше злаковою групою трав. Це пояснюється тим, що злакові трави мають більш розвинену й розгалужену кореневу систему, яка за темпами росту в 25 разів, особливо в початковий період вегетації, переважає кореневу систему бобових [11, 12]. Така перевага злаків у використанні фосфору й калію є однією з причин випадання бобових із змішаних травостоїв, особливо коли ґрунт бідний на макроелементи [21, 25, 29].

Окрім фосфорно-калійних добрив, бобово-злаковому травостою потрібне також добре забезпечення окремими мікроелементами, слабкислою реакцією ґрунтового розчину, достатком світла, тепла і вологи [11, 13, 15].

Підтримувати родючість сіяних агрофітоценозів та їхнє довголіття на потрібному рівні без повернення поживних речовин у ґрунт неможливо. Проте внесення мінеральних азотних добрив не завжди економічно вигідно з огляду на високу енергоємність виробництва мінеральних азотних добрив (86,8 МДж на 1 кг азоту), що перевищує енергоємність калійних і фосфорних добрив у 7–10 разів [16, 18, 20].

Матеріали і методи. Дослідження проведено протягом 2020–2021 рр. на експериментальній базі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Лішня Дрогобицького р-ну Львівської обл.) за схемою, наведеною в табл. 1. Досліди закладено на дерново-підзолистих поверхнево оглеєних середньокислих суглинкових ґрунтах лабораторно-польовим методом з використанням «Методики проведення дослідів по кормовиробництву» (Бабич А. О., 1994) [3].

Ранньою весною сформований травостій удобрювали нітрамофоскою. Використовували стимулятор росту «Міра РК» для позакореневого (листяного) підживлення травостою. Крім цього, на

**1. Продуктивність бобово-злакової травосумішки залежно від
 удобрення, передпосівної інокуляції насіння, т/га сухої маси (2021)**

№ п/п	Сумішка	Удобрення	I укіс	II укіс	III укіс	Сума
1	Конюшина лучна (7 кг/га), лядвенець рогатий (4 кг/га), конюшина гібридна (4 кг/га), тимофіївка лучна (5 кг/га), пажитниця багаторічна (8 кг/га), грястиця збірна (3 кг/га)	Без добрив (контроль)	5,3	2,7	2,6	10,6
2		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	6,1	2,2	2,7	11,0
3		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,5	3,2	2,1	11,7
4		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + інокуляція насіння «Ризобофітом» (при закладці)	8,4	3,1	2,2	13,7
5		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + обробка вегетуючого травостою стимулятором росту «Міра РК» (щорічно)	8,7	3,3	2,5	14,5
6		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + інокуляція насіння «Ризобофітом» (при закладці) + обробка вегетуючого травостою стимулятором росту «Міра РК» (щорічно)	8,9	3,7	2,9	15,5

Агротехніка на дослідних ділянках була загальноприйнятою, за винятком елементів, які вивчали в досліді. З багаторічних трав висівали: пажитницю багаторічну – сорт Дрогобицький 16, тимофіївку лучну – Підгірянка, грястицю збірну – Дрогобичанка, конюшину лучну – Передкарпатська 33, конюшину гібридну – Придністровська і лядвенець рогатий – Аякс.

Облік урожаю проводили поділяючно – ваговим методом. Вміст абсолютно сухої речовини визначали шляхом висушування рослинних зразків у термостаті за температури 100–105°C (ДСТУ ISO 6497:2005). Ботанічний склад визначали шляхом відбору проби зеленої маси з ділянок кожного варіанта з першого та третього повторень, які поділяли на ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, різнотрав'я

(ДСТУ 6017:2008). Під час економічного оцінювання розрахунок грошово-матеріальних витрат проведено з урахуванням повної механізації робіт. Витрати на них розраховані за розробленими нами технологічними картами. Оброблення та узагальнення результатів досліджень проводили за допомогою програми «Microsoft Excel».

Результати та обговорення. Погодні умови за період проведення досліджень виявилися сприятливими для вирощування багаторічних бобових та злакових трав.

Дослід було закладено у 2020 р. літнім безпокровним способом посіву. В перший рік використання травостій сформував три укоси отави. Як видно з таблиці 1, збір сухої маси становив 10,6–15,5 т/га. Найменший вихід очікувано отримали на контролі без добрив. Внесення весною $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало збір на 0,4 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 1,1 т/га сухої маси порівняно з контролем. Передпосівна інокуляція насіння бактеріальними препаратами дала змогу отримати 13,7 т/га, що на 2,7 т/га, чи 24,5%, більше порівняно з варіантом без обробки.

Найпродуктивнішим виявився варіант із передпосівною інокуляцією насіння «Ризобофітом», обробкою вегетуючого травостою стимулятором росту «Міра РК» та внесенням в ґрунт весною $N_{30}P_{30}K_{30}$, у якому отримали 15,5 т/га сухої маси. Тобто передпосівна інокуляція та обробка вегетуючого травостою забезпечили приріст сухої маси на 4,5 т/га, чи 40,9%, проти варіанта без проведення цих агрозаходів (див. табл. 1). Незалежно від варіантів дослідів найвищий урожай отримано в I укосі (5,3–8,9 т/га сухої маси). В II та III укосах надходження сухої маси не перевищувало 3,7 т/га.

Ботанічний аналіз травостою наведено в таблиці 2. Як видно, основну частину травостою склали бобові трави – 60–76% до зеленої маси.

Значно меншу частку у формуванні травостою займали злаки – лише 20–38%. Вищий їхній відсоток спостерігали в I укосі – 42–83%. Значно зменшилася кількість сіяних злакових трав у II укосі та відповідно зросла частка бобових трав. Вміст несіяного різнотрав'я не перевищував 8% в зеленій масі.

Вищий вміст сіяних бобових трав відмічено саме у варіанті, де комплексно застосовували обробку вегетуючого травостою препаратом «Міра РК» з передпосівною інокуляцією насіння «Ризобофітом» – 76% в зеленій масі.

Для визначення економічної ефективності ми врахували сукупні витрати на вирощування й збирання врожаю, у тому числі на внесення добрив та створення травостою. Важливим чинником, який впливав на

**2. Ботанічний склад бобово-злакової травосумішки
 залежно від удобрення, передпосівної інокуляції насіння,
 % в зеленій масі (2021)**

№ п/п	Удобрення	Вид рослин	I укіс	II укіс	III укіс	Середне
1	Без добрив (контроль)	Злаки	42	6	12	20
		Бобові	42	92	81	72
		Різнотр.	16	2	7	8
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Злаки	83	14	16	38
		Бобові	16	83	80	60
		Різнотр.	1	3	4	3
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Злаки	51	7	16	25
		Бобові	48	90	80	73
		Різнотр.	1	3	4	3
4	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + інокуляція насіння «Ризобофітом» (при закладці)	Злаки	65	16	17	33
		Бобові	34	80	78	64
		Різнотр.	1	4	5	3
5	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + обробка вегетуючого травостою стимулятором росту «Міра РК» (щорічно)	Злаки	60	14	14	29
		Бобові	38	84	85	69
		Різнотр.	2	2	1	2
6	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + інокуляція насіння «Ризобофітом» (при закладці) + обробка вегетуючого травостою стимулятором росту «Міра РК» (щорічно)	Злаки	50	8	10	23
		Бобові	49	91	89	76
		Різнотр.	1	1	1	1

У варіанті з інокуляцією «Ризобофітом» та обробкою травостою стимулятором росту «Міра РК» на фоні внесення N₃₀P₃₀K₃₀ у формі нітроамфоски рентабельність становила 149%, умовно чистий прибуток при цьому склав 27 985 грн з 1 га (табл. 3).

Передпосівна інокуляція насіння забезпечила зростання рентабельності до 134% проти варіанта без обробки, у якому цей показник становив 91% (вар. 2, 4). Менш рентабельним у досліді виявився варіант із внесенням N₆₀P₆₀K₆₀ у вигляді нітроамфоски – лише 68%.

Слід враховувати, що ціни на послуги, мінеральні добрива та інші засоби нестабільні, тому проведений економічний аналіз є орієнтовним.

3. Економічна оцінка створення й використання бобово-злакового травостою залежно від удобрення, передпосівної інокуляції насіння

№ варіанта	Удобрення	Вартість, продукції, грн	Виробничі затрати, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
1	Без добрив (контроль)	30 450	13 300	17 150	129
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	32 450	16 965	15 485	91
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	34 594	20 630	13 964	68
4	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + інокуляція насіння «Ризобіфітом» (при закладці)	40 800	17 465	23 335	134
5	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + обробка вегетуючого травостою стимулятором росту «Міра РК» (щорічно)	43 150	18 315	24 835	136
6	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + інокуляція насіння «Ризобіфітом» (при закладці) + обробка вегетуючого травостою стимулятором росту «Міра РК» (щорічно)	46 800	18 815	27 985	149

Висновки. В перший рік використання травостою у варіанті з передпосівною інокуляцією насіння «Ризобіфітом» отримали 13,7 т/га, що на 2,7 т/га, чи 24,5%, більше порівняно з варіантом, де насіння не піддавалося обробці, з рівнем рентабельності 134%.

В сумі за три укоси серед варіантів удобрення найефективнішим виявилось сумісне застосування обробки насіння «Ризобіфітом», вегетуючого травостою стимулятором росту «Міра РК» поряд із внесенням в ґрунт N₃₀P₃₀K₃₀, що забезпечує отримання 15,5 т/га сухої маси. На цьому ж варіанті відмічено й найвищий вміст сіяних бобових трав – 76%. Рівень рентабельності при цьому становив 149%.

Список використаної літератури

1. Агроєкобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолук та ін. Львів, 2013. 304 с.
2. Андріяш В. А., Нагулевич Л. І., Чорний Д. А. Погода, урожай і ефективність добрив. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 9. С. 21–24.
3. Бабич А. О. Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин. Київ, 1994. 80 с.
4. Боговін А. В., Пташник М. М., Дудник С. В. Відновлення продуктивних, екологічно стійких трав'янистих біогеоценозів на антропотрансформованих едафотопях. Київ, 2017. 356 с.
5. Виговський І. В. Формування травостою залежно від одновидових посівів і їх травосумішок. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжизького*. 2014. Т. 16. № 3 (3). С. 32–38.
6. Давидюк М. Ф., Белаш В. А., Кочик Г. М. Створення високопродуктивних сінокосів за ресурсощадливою технологією. *Корми і кормовиробництво*. 2001. Вип. 47. С. 207–210.
7. Демидась Г. І., Квітко Г. П., Ткачук О. П. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва. Київ : Нілан-ЛТД, 2013. 322 с.
8. Ефективність поверхневого поліпшення гірських схилів луків Карпат / У. М. Карбівська та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 7 (808). С. 38–45. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-05>.
9. Кургак В. Г., Штакал М. І., Штакал В. М. Продуктивність багаторічних злакових трав і їх сортосумішей на осушених торфових ґрунтах. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 9. С. 20–25.

References

1. Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses / M. T. Yarmoliuk ta in. Lviv, 2013. 304 p.
2. Andriash V. A., Nahulevych L. I., Chorni D. A. Weather, yield and fertilizer efficiency. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 1994. No. 9. P. 21–24.
3. Babych A. O. Methods of conducting experiments on feed production and animal feeding. Kyiv, 1994. 80 p.
4. Bohovin A. V., Ptashnik M. M., Dudnyk S. V. Restoration of productive, ecologically sustainable herbaceous biogeocenoses on anthropotransformed edaphotopes. Kyiv, 2017. 356 p.
5. Vyhovskyi I. V. Formation of grassland depending on single-species crops and their grass mixtures. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinaryanoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhyskoho*. 2014. T. 16. No. 3 (3). P. 32–38.
6. Davydiuk M. F., Belash V. A., Kochyk H. M. Creation of highly productive hayfields by resource-saving technology. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2001. Vol. 47. P. 207–210.
7. Demydas H. I., Kvitko H. P., Tkachuk O. P. Perennial legumes as a basis for natural intensification of fodder production. Kyiv : Nilan-LTD, 2013. 322 p.
8. The effectiveness of surface improvement of mountain slopes of the Carpathians / U. M. Karbivska ta in. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. No. 7 (808). P. 38–45. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-05>.
9. Kurhak V. H., Shtakal M. I., Shtakal V. M. Productivity of perennial grasses and their varietal mixtures on drained peat soils. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 9. P. 20–25.
10. Martsinko T. I. Influence of fertilizers on productivity and botanical and economic composition of sown meadow agrocenoses. *Peredhirne ta hirske*

10. 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.
11. Марцінко Т. І., Дзюбайло А. Г., Карасевич Н. В. Формування сіяних сумішей лучних трав під впливом мінерального удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 36–48.
12. Оліфірович В. О. Продуктивність багаторічних агрофітоценозів залежно від складу травосумішок і режиму їх використання. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3 (780). С. 13–17. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201803-02.2>.
13. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Задорожна І. С. Становлення та розвиток кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11 (788). С. 54–62. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-08>.
14. Сайко В. Ф. Проблема забезпечення ґрунтів органічною речовиною. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 5. С. 5–9.
15. Теорія і практика луківництва / Я. І. Мащак та ін. Дрогобич : Коло, 2011. 374 с.
16. Терлецька М. І. Вплив мінерального удобрення та строків використання на продуктивність і якість бобово-злакового травостою. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2009. Вип. 51. Ч. 3. С. 99–104.
17. Якубенко Б. Е. Типи природних та антропогенних сінокосів та пасовищ Лісостепу України та їх використання в оптимізації кормових угідь. *Аграрна наука і освіта*. 2003. Т. 4. № 1/2. С. 5–14.
18. Ярмолюк М. Т., Зінчук М. П., Польовий В. М. Культурні пасовища в *zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2020. Vol. 68 (1). P. 135–145.
11. Martsinko T. I., Dziubailo A. H., Karasevych N. V. Formation of sown mixtures of meadow grasses under the influence of mineral fertilizers. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2021. Vyp. 70 (2). P. 36–48.
12. Olifirovych V. O. Productivity of perennial agrophytocenoses depending on the composition of grass mixtures and the mode of their use. *Visnyk ahramoi nauky*. 2018. No. 3 (780). P. 13–17. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201803-02.2>.
13. Petrychenko V. F., Kornii-chuk O. V., Zadorozhna I. S. Formation and development of feed production in Ukraine. *Visnyk ahramoi nauky*. 2018. No. 11 (788). P. 54–62. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-08>.
14. Saiko V. F. The problem of providing soils with organic matter. *Visnyk ahramoi nauky*. 2003. No. 5. P. 5–9.
15. Theory and practice of meadow farming / Ya. I. Mashchak et al. Drohobych : Kolo, 2011. 374 p.
16. Terletska M. I. Influence of mineral fertilizers and terms of use on productivity and quality of legume-cereal grass stands. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2009. Is. 51. Part 3. P. 99–104.
17. Yakubenko B. E. Types of natural and anthropogenic hayfields and pastures of the Forest-Steppe of Ukraine and their use in optimization of forage lands. *Ahrarna nauka i osvita*. 2003. Vol. 4. No. 1/2. P. 5–14.
18. Yarmoliuk M. T., Zinchuk M. P., Polovyi V. M. Cultural pastures in the system of fodder production. Rivne, 2003. 292 p.
19. Benjamin F. Tracy. Conditions that favor clover establishment in permanent grass swards. *Grassland Science*. 2014. Vol. 61. P. 34–40.
20. Forage energy to protein ratio of several legume-grass complex mixtures

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

20. Forage energy to protein ratio of several legume-grass complex mixtures / Simili da Silva M. et al. *Anim. Feed SciTech*. 2014. Vol. 5. P. 17–27.

21. Grass and legume breeding matching the future needs of European grassland farming / O. A. Rognli et al. *Grass and Forage Science*. 2021. Vol. 76. P. 175–185.

22. Huyghe C., De Vlieghe A., Golinski P. European grasslands overview: Temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 29–40.

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

24. Long-term time series of legume cycles in a semi-natural montane grassland: evidence for nitrogen-driven grass dynamics? / T. Herben et al. *Functional Ecology*. 2017. Vol. 31. P. 1430–1440.

25. Multifunctional benefits of sainfoin mixtures: Effects of partner species, sowing density and cutting regime / C. S. Malisch et al. *Grass and Forage Science*. 2017. Vol. 72. P. 794–805.

26. Peeters A. Importance, evolution, environmental impact and future challenges of grasslands and grassland based systems in Europe. *Grassland Science*. 2009. Vol. 55. P. 113–125.

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

28. Relationships between botanical composition, yield and forage quality of permanent grasslands over the first growth cycle / D. Andueza et al. *Grass and Forage Science*. 2015. Vol. 71. P. 366–378.

/ Simili da Silva M. et al. *Anim. Feed SciTech*. 2014. Vol. 5. P. 17–27.

21. Grass and legume breeding matching the future needs of European grassland farming / O. A. Rognli et al. *Grass and Forage Science*. 2021. Vol. 76. P. 175–185.

22. Huyghe C., De Vlieghe A., Golinski P. European grasslands overview: Temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 29–40.

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

24. Long-term time series of legume cycles in a semi-natural montane grassland: evidence for nitrogen-driven grass dynamics? / T. Herben et al. *Functional Ecology*. 2017. Vol. 31. P. 1430–1440.

25. Multifunctional benefits of sainfoin mixtures: Effects of partner species, sowing density and cutting regime / C. S. Malisch et al. *Grass and Forage Science*. 2017. Vol. 72. P. 794–805.

26. Peeters A. Importance, evolution, environmental impact and future challenges of grasslands and grassland based systems in Europe. *Grassland Science*. 2009. Vol. 55. P. 113–125.

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. Relationships between botanical composition, yield and forage quality of permanent grasslands over the first growth cycle / D. Andueza et al. *Grass and Forage Science*. 2015. Vol. 71. P. 366–378.

29. Robust biological nitrogen fixation in a model grass-bacterial association / C. S. Vânia et al. *The Plant Journal*. 2015. Vol. 81. P. 907–919.

30. The nutritional value of forage legumes used for pasture and silage / Dewhurst R. J. et al. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 2009. Vol. 48. P. 167–187.

29. Robust biological nitrogen fixation in a model grass-bacterial association / C. S. Vânia et al. *The Plant Journal*. 2015. Vol. 81. P. 907–919.

30. The nutritional value of forage legumes used for pasture and silage / R. J. Dewhurst et al. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 2009. Vol. 48. P. 167–187.

31. Tristram G. L. Functional group dominance and identity effects influence the magnitude of grassland invasion. *Journal of Ecology*. 2013. Vol. 101. P. 1114–1124.

31. Tristram G. L. Functional group dominance and identity effects influence the magnitude of grassland invasion. *Journal of Ecology*. 2013. Vol. 101. P. 1114–1124.

Отримано: 26 травня 2022 р.
Погоджено до друку: 16 серпня 2022 р.

DOI:

УДК 632.93:631.53.027.2:633.11

К. С. НІКІШИЧЕВА, кандидат біологічних наук

Інститут захисту рослин НААН

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022,

e-mail: knikishicheva@ukr.net

К. І. ЯЦУХ, кандидат біологічних наук

В. М. СЕНДЕЦЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

e-mail: k_yatsukh@meta.ua

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТРУЙНИКІВ НАСІННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОПАЗИТИЧНИХ НЕМАТОД НА ПШЕНИЦІ ОЗИМІЙ

За результатами дослідження впливу на комплекс червоподібних фітопаразитичних нематод неспецифічних протруйників насіння встановлено, що протинематодна ефективність більшості досліджених препаратів є високою: на рівні від 57 до 95%. Найкращими виявилися препарати «Ранкона І-мікс» (діюча речовина (д. р.) – іпконазол, імазаліл) (1,0 л/т) та «Вітавакс 200 ФФ» (д. р. – карбоксин, тирам) (3,0 л/т) – ефективність проти комплексу фітопаразитичних нематод становила, відповідно, 76 та 79%. Препарати «Максим форте» (д. р. – флудиоксоніл, тебуконазол, азоксистробін) (2,0 л/т), «Кінто дуо» (д. р. – тритіконазол, прохлораз) (2,5 л/т) та «Ламардор про» (д. р. – протіоконазол, тебуконазол, флуопірам) (0,6 л/т) показали трохи нижчу ефективність дії – на рівні 62–69%. Ефективність дії досліджуваних препаратів була високою (понад 70–80%) за високочисельних нематодних популяцій і значно знижувалась за умов, коли їхня чисельність була низькою через несприятливі природні чинники. Хоча за несприятливих погодних умов поріг шкодочинності фітопаразитичних нематод знижується, за низької чисельності популяцій ці патогени не дуже істотно погіршують урожайність культури. Тому зниження протинематодної ефективності препаратів у цьому випадку не становить небезпеки.

Особливо цінною характеристикою цих препаратів є те, що вони досить ефективно знижують чисельність усіх видів паразитичних нематод, а не одного-двох, оскільки чисельність та статус домінування кожного виду змінюються залежно від типу агроценозу, попередника, ґрунтового-кліматичних та погодних умов. Це забезпечує універсальність їхнього використання. Ефективність дії препарату «Сценік» (д. р. – флуоксастробін, протіоконазол, тебуконазол) (1,6 л/т) та регулятора росту рослин «Атонік плюс» (д. р. –

© Нікішичева К. С., Яцух К. І.,
В. М. Сендецький 2022

5-нітрогаїколат натрію, ортонітрофенолят натрію, паранітрофенолят натрію) (0,2 л/т) є слабкою (лише 10 та 22% відповідно).

Використання протруйників із комплексною дією забезпечує зниження чисельності паразитичних нематод на 50–95% водночас з ефективною дією на грибні патогени та чисельність ґрунтових шкідників. Цей захід дає змогу захистити озиму пшеницю від паразитичних нематод без додаткових матеріальних витрат та збільшення пестицидного навантаження.

Ключові слова: пшениця озима, комплекс паразитичних нематод, моніторинг нематодозів, контроль чисельності фітогельмінтів.

Kateryna Nikishycheva¹, Kateryna Yatsukh², Volodymyr Sendetskyi²

¹Institute of Plant Protection of NAAS

²Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAAS

Prospects for the use of seed mordants to control the number of phytoparasitic nematodes on winter wheat

According to the results of the study of the effect of non-specific seed disinfectants on the complex of worm-like phytoparasitic nematodes, it was found that the antinematous effectiveness of most of the studied drugs is high: at the level of 57 to 95%. "Rancona I-Mix" (active substance (a. s.) ipconazole, imasalil) (1.0 l/t) and "Vitavax 200 FF" (a. s. carboxin, thiram) (3.0 l/t) were the best – the effectiveness against the complex of phytoparasitic nematodes was 79 and 76%, respectively. Preparations "Maxym Forte" (a. s. fludioxonil, tebuconazole, azoxystrobin) (2.0 l/t), "Kinto duo" (a. s.) triticonazole, prochloraz) (2.5 l/t) and "Lamardor pro" (a. s.) prothioconazole, tebuconazole, fluopyram) (0.6 l/t) showed slightly lower efficacy – 62–69%. The effectiveness of the studied drugs was high (over 70-80%) in large nematode populations and decreased significantly under conditions when their number was low due to adverse natural factors. Although in adverse weather conditions the threshold of phytoparasitic nematodes decreases, in low populations these pathogens do not significantly reduce crop yields. Therefore, reducing the anti-nematode effectiveness of drugs in this case is not dangerous. A particularly valuable feature of these drugs is that they effectively reduce the number of all types of parasitic nematodes, rather than one or two, as the number and dominance status of each species varies depending on the type of agroecosis, precursor, soil, climate and weather conditions. That ensures the universality of their use. The effectiveness of preparation "Scenic" (a. s. fluoxastrobin, prothioconazole, tebuconazole) (1.6 l/t) and plant growth regulator "Atonic plus" (a. s. 5-sodium nitrogaicolate, sodium orthonitrophenolate, sodium pararnitrophenolate) (0.2 l/t) is weak (only 10 and 22%, respectively).

The use of pesticides with complex action provides a reduction in the number of parasitic nematodes by 50–95% with effective action on fungal pathogens and the number of soil pests. This measure allows to protect winter wheat from parasitic nematodes without additional material costs and decrease the pesticide load.

Keywords: winter wheat, parasitic nematodes' complex, nematodes monitoring, phytohelminths' number control.

Вступ. Необхідність впровадження в інтегровану систему захисту пшениці озимої протинематодних елементів обумовлюється значною шкодочинністю нематодозів, середньобагаторічні втрати від яких становлять 15–17% врожаю цієї культури [2, 8, 9, 10].

На території України виявлено шість видів фітогельмінтів, які є паразитами пшениці озимої: *Heterodera avenae*, *Pratylenchus pratensis*, *Ditylenchus dipsaci*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Helicotylenchus dihystra*, *Paratylenchus nanus* [5, 6, 7]. В агроценозах пшениці озимої завжди присутні кілька видів фітопаразитичних нематод. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов та типу сівозміни чисельність, статус домінування, а отже, шкодочинність кожного виду можуть суттєво змінюватись [3, 10, 24].

Втрати врожаю від нематодозів можуть бути дуже вагомими. Їхні розміри залежать від виду та чисельності популяції паразитичних нематод, стану рослини-хазяїна, умов навколишнього середовища [2, 8, 9, 16, 28].

Вплив паразитичних нематод на врожай зернових культур значно відрізняється за роками залежно від погодних умов, але за несприятливих для рослин умов та недотримання відповідних заходів боротьби втрати врожаю можуть досягати 50% [1–3]. Крім, власне, паразитизму, не менш суттєвою є їхня роль у біоценотичних відносинах з іншими ґрунтовими фітопатогенними мікроорганізмами [9, 17, 20, 31]. Вплив фітонематод на прояв та розвиток грибних і бактеріальних хвороб на пшениці та інших культурах доведено багатьма дослідниками [10, 11, 13].

Значна шкодочинність та складність діагностики нематодозів у виробничих умовах вимагають розроблення ефективних, насамперед попереджувальних заходів контролю чисельності фітогельмінтів [24, 25].

Основним заходом для обмеження чисельності фітопаразитичних нематод тривалий час вважали використання багатопільних сівозмін із чергуванням зернових та просапних культур. Хоча цей захід не завжди знижував чисельність фітогельмінтів до економічно невідчутного рівня, проте його вплив на фітопаразитичні нематоди був дуже суттєвим [8, 12, 19].

Останнім часом відбуваються значні зміни в структурі посівних площ, які характеризуються все більшим поширенням спеціалізованих

сівозмін, зокрема й зернових. Фітосанітарний стан посівів пшениці та інших зернових злакових культур в спеціалізованих сівозмінах із великим насиченням зерновими (50% і більше) визначається насамперед ґрунтовими фітопатогенами, видовий склад та інтенсивність розвитку яких змінюються залежно від ґрунтово-кліматичних умов [5, 6, 10]. Високе насичення сівозмін зерновими значно збільшує рівень чисельності фітогельмінтів та їхню питому вагу в комплексі шкідливих організмів [21, 22, 27].

Сучасна система контролю чисельності паразитичних нематод складається з відносно недорогих та екологічно чистих захисних заходів. Агротехнологічні елементи технології передбачають: обмеження в сівозміні частки зернових культур на 50%, вибір кращої культури-попередника (кукурудза на силос) та способу обробітку ґрунту (звичайна оранка), оптимально відрегульовані дози та терміни внесення мінеральних і органічних добрив. Дуже перспективним методом контролю чисельності паразитичних нематод є використання стійких та толерантних сортів, проте це питання потребує доопрацювання [12, 15, 18]. Одним із найбільш дієвих контролюючих заходів вважають застосування хімічних препаратів. Протягом тривалого часу нематициди вносили безпосередньо в ґрунт під культуру. Найбільш ефективними нематицидами вважали: «Темію», «Відат», «Телон 2», «Форлекс» та «Форлекс СР» [4, 26]. Проте високі рекомендовані дози цих препаратів (30–60 кг/га) вимагають значних витрат на проведення обробки ґрунту. До того ж одночасно з небезпечними фітогельмінтами знищується і корисна нематодофауна – сапробіонти, мікогельмінти та хижі нематоди. Отже, цей захід у багатьох випадках є економічно не вигідним та екологічно небезпечним. Тому нині нематициди переважно використовують за методом включення їх до захисно-стимулюючих оболонок насіння [5, 26, 30].

Серед препаратів широкого спектру дії, які застосовують для протруєння насіння, також було виявлено препарати з високим ступенем протинематодної ефективності. Найбільш ефективними виявились: інсектонематицид «Фурадан» («Карбофуран») та нематофунгіцид «Феніаміфос» [14, 30]. Так, високу нематицидну дію «Фурадану» відмічено на багатьох польових культурах. Препарат ефективно знижує чисельність популяцій усіх фітопаразитичних нематод, але найбільшу ефективність проявляє проти нематод родів *Pratylenchus* та *Paratylenchus* [4, 8, 26]. Зниженню популяцій фітонематод сприяє протруєння насіння й деякими іншими

фунгіцидами: «Байтаном», «Фундазолом» та «Пропамокарбом» [19, 23]. Лабораторією нематології ІЗР НААН також було встановлено нематодцидну ефективність низки фунгіцидів: «Кемікар-екстра», «Кемікар Т», «Вітавакс» та «Раксіл», що підтверджує наявність у деяких фунгіцидних протруйників протинематодної дії. Використання цих препаратів дає змогу одночасно з контролем інших груп патогенів знижувати чисельність фітопаразитичних нематод на 50–62% [10, 26, 30]. Згодом ці дослідження були тимчасово припинені, а в останні роки знову розпочаті, бо є перспективним напрямом для контролю чисельності фітопаразитичних нематод.

Матеріали і методи. Для вивчення видового складу фітонематод пшениці озимої обстеження посівів культури проводили двічі за вегетацію: у фазу весняного кушіння та фазу молочно-воскової стиглості зерна.

Відбір рослинних та ґрунтових зразків проводили в 10–20 місцях однієї ділянки розміром 100 м² на глибину до 20 см. В лабораторних умовах рослинні зразки відмивали від ґрунту, підсушували фільтрувальним папером, зважували та переглядали під бінокулярном на наявність зовнішніх ознак пошкоджень від паразитичних нематод.

З рослинних та ґрунтових зразків лійковим методом Бермана виділяли нематод, здатних до міграції [2, 4, 10]. Для цього ґрунт із кожного варіанта ретельно перемішували, просіювали через металеве сито з діаметром отворів 2 мм та брали наважку в 20 г, потім вміщували її у лійки з водою на підтримувальні сітки з латуні діаметром 10–12 см. Ґрунтові проби, щоб уникнути забруднення водної суспензії, попередньо насипали на молочні фільтри. До тонкої частини лійки за допомогою гумових трубок прикріплювали пробірки невеликого діаметру. Використані лійки мають верхній діаметр 10–15 см та кут нахилу не менше 50°. Сітки занурювали у воду так, щоб ґрунт був вкритий тонким шаром води. Нематоди, що виходили з ґрунту, осідали на дно пробірки завдяки вищій питомій вазі щодо води. Через 72 години пробірки знімали, нематод у них фіксували ТАФом, потім у них вкладали паперові етикетки й щільно закривали корками.

Визначення видового складу нематод проводили на тимчасових водно-гліцеринових препаратах за допомогою мікроскопу МБІ-15. Препарати виготовляли за методикою Кир'янової [2, 10]: вміст пробірки виливали в чашку Петрі, ретельно вимиваючи стінки пробірки. Дно чашки для зручності перегляду відмічали склографом.

Нематод за допомогою ентомологічної голки вибирали під біокулярною лупою на предметне скло в краплю розчину гліцерину (16 ч. води + 1 ч. гліцерину), забарвленого поліхромною синькою, та закривали покривним склом. Препарати 1–2 доби витримували в термостаті за $t = +50^{\circ}\text{C}$. За таких умов нематоди рівномірно забарвлюються синькою, в результаті чого їхня внутрішня будова чіткіше проглядається під мікроскопом.

Для визначення протинематодної ефективності протруйників насіння пшениці озимої аналізували видовий і кількісний склад нематодних популяцій в коренях рослин та прикореневому ґрунті, фіксували динаміку чисельності фітогельмінтів упродовж вегетації культури.

Ефективність дії визначали за формулою:

$$E = 100 - \left(\frac{Pf \times 100}{Pi} \right),$$

де Pf – післязбиральна чисельність паразита в ґрунті; Pi – передпосівна чисельність паразита в ґрунті.

Результати та обговорення. Протруєння насіння є найбільш ефективним, екологічно безпечним та економічно виправданим заходом для обмеження чисельності фітопаразитичних нематод в ґрунті. Оскільки використання нематодцидів нині не дозволяється, було проведено дослідження з метою пошуку протруйників насіння з комплексною дією, тобто фунгіцидів та інсектицидів, продуктами розкладу яких у ґрунті є нематодциди. Використання препаратів із комплексною дією дає змогу контролювати чисельність фітогельмінтів без додаткових матеріальних витрат та пестицидного навантаження.

Протягом чотирьох років (2015–2018) було досліджено вплив на червоподібних фітопаразитичних нематод неспецифічних протруйників насіння (табл. 1–4).

Комплекс червоподібних фітопаразитичних нематод на пшениці озимій представлений п'ятьма типовими для зернових злаків видами, а саме: *Pratylenchus pratensis*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Ditylenchus dipsaci*, *Hemicycliophora dihystra*, *Paratylenchus nanus*, із значним переважанням типових для зернових злаків видів: *Pr. pratensis*, *T. dubius* та *H. dihystra*.

1. Технічна ефективність протруйників насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2015 р.

Вид нематод	Чисельність нематод за варіантами													
	Контроль		«Вітавакс 200 ФФ» (3 л/т)		«Максим форте» (2,0 л/т)		«Ламардор про» (0,6 л/т)		«Юнга-квадро» (1,6 л/т)		«Ранкона-І-мікс» (1 л/т)		«Кінго дуо» (2,5 л/т)	
	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %
<i>Pratylenchus pratensis</i>	1040	-	70	93	60	94	95	91	260	75	20	98	195	81
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	620	-	170	73	120	80	170	73	610	2	55	91	505	19
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	40	-	45	-	-	-	10	75	-	-	5	87	40	-
<i>Paratylenchus nanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Helicotylenchus dityastera</i>	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фітогельмінти (загальна чисельність)	1700	-	295	83	180	89	275	84	870	49	85	95	740	67

2. Ефективність протруйників насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2016 р.

Вид нематод	Чисельність нематод за варіантами															
	Контроль		«Вітавакс 200 ФФ» (3 л/т)	«Максим форте» (2 л/т)	«Ламардор про» (0,6 л/т)	«Ранкон- І-мікс» (1 л/т)	«Кінто дуо» (2,5 л/т)		«Сценік» (1,6 л/т)		«Атонік» (0,2 л/т)					
	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %				
<i>Pratylenchus pratensis</i>	590	-	85	86	60	90	30	95	90	85	335	43	390	34	254	57
<i>Tylenchorhynchus dibius</i>	335	-	30	91	85	75	60	82	25	93	110	67	260	22	281	16
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	60	-	10	83	15	75	45	25	20	67	25	58	-	100	40	33
<i>Paratylenchus nanus</i>	85	-	10	88	100	-	120	-	10	88	-	100	-	100	-	100
<i>Helicotylenchus dihystera</i>	840	-	240	71	160	81	240	71	110	87	130	85	990	-	834	1
Фітогельмінти (загальна чисельність)	1910	-	375	80,4	420	78,0	495	74,1	255	86,6	600	68,6	1640	14	1409	26

3. Ефективність протруйників насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2017 р.

Вид нематод	Чисельність нематод за варіантами															
	Контроль		«Вітавакс 200 ФФ» (3 л/т)		«Максим форте» (2 л/т)		«Ламардор про» (0,6 л/т)		«Ранкона І-мікс» (1 л/т)		«Кінто дуо» (2,5 л/т)		«Сценік» (1,6 л/т)		«Атонік» (0,2 л/т)	
	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %
<i>Pratylenchus pratensis</i>	13	-	10	23	15	-	3	77	7	46	0	100	10	23	20	-
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	0	-	0	-	1	-	0	-	0	-	0	100	5	-	5	-
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	29	-	1	97	17	41	20	31	3	90	3	90	15	48	10	66
<i>Paratylenchus nanus</i>	15	-	16	-	7	53	15	-	16	-	0	100	25	-	10	33
<i>Helicotylenchus diiystera</i>	2	-	0	100	0	100	3	-	2	-	0	100	0	100	0	100
Фітогельмінти (загальна чисельність)	59	-	27	54	40	32	41	31	28	53	3	95	55	7	45	24

4. Ефективність протруйників насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2018 р.

Вид нематод	Чисельність нематод за варіантами															
	Контроль		«Вігавакс 200 ФФ» (3 л/г)	«Максим форте» (2 л/г)	«Ламардор про» (0,6 л/г)	«Ранкона І-мікс», (1 л/г)	«Кінто дуо» (2,5 л/г)	«Сденік» (1,6 л/г)		«Атонік» (0,2 л/г)						
	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %				
<i>Pratylenchus pratensis</i>	50	-	10	80	7	86	10	80	5	90	-	100	5	90	6	88
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	160	-	5	97	56	65	85	47	15	91	56	65	170	-	126	21
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	25	-	20	20	35	-	5	90	10	60	16	36	30	-	24	4
<i>Paratylenchus nanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	10	-	12	-
Фітогельмінти (загальна чисельність)	235	-	35	85	98	58	100	57	35	85	72	69	215	9	168	29

Було досліджено шість протруйників насіння пшениці озимої, які мають фунгіцидні властивості: «Ранкона І-мікс», мк. е. (д. р. – іпконазол, імазаліл) (1,0 л/т), «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (д. р. – карбоксин, тирам) (3,0 л/т), «Максим форте», т. к. с. (д. р. – флудиксоніл, тебуконазол, азоксистробін) (2,0 л/т), «Ламардор про», т. к. с. (д. р. – протіконазол, тебуконазол, флуопірам) (0,6 л/т), «Кінто дуо», к. с. (д. р. – тритіконазол, прохлораз) (2,5 л/т), «Сценік», т. к. с. (д. р. – флуоксастробін, протіконазол, тебуконазол) (1,6 л/т), та регулятор росту рослин «Атонік плюс», в. р. (д. р. – 5 нітрогаіколат натрію, ортонітрофенолят натрію, паранітрофенолят натрію) (0,2 л/т), на наявність у них протинематодної дії як супутньої властивості.

За результатами порівняльного аналізу встановлено, що протинематодна ефективність більшості досліджуваних неспецифічних протруйників є високою: на рівні від 57 до 95%. Найкращими виявилися препарати «Ранкона І-мікс», мк. е. (1,0 л/т) та «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), ефективність яких проти комплексу фітопаразитичних нематод за роки досліджень в середньому становила, відповідно, 79 та 76%. Препарати «Максим форте», т. к. с. (2,0 л/т), «Кінто дуо», к. с. (2,5 л/т), та «Ламардор про», т. к. с. (0,6 л/т), показали трохи нижчу ефективність дії – на рівні 62–69% (табл. 5).

5. Ефективність препаратів для обробки насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2015–2018 рр.

Препарат, норма витрати, л/т	Ефективність дії, %				
	2015	2016	2017	2018	Середнє
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0)	83	80	54	85	76
«Максим форте», т. к. с. (2,0)	89	78	32	58	64
«Ламардор про», т. к. с. (0,6)	84	74	31	57	62
«Ранкона І-мікс» (1,0)	95	87	53	81	79
«Кінто дуо», к. с. (2,5)	67	69	95	69	75
«Сценік», т. к. с. (1,6)	–	14	7	9	10
«Атонік», в. р. (0,2)	–	26	24	29	22

Примітка: – відсутність препарату в цьому році.

Лише у препараті «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), дія на фітогельмінти виявилася низькою (від 7 до 14%). Це, очевидно, пояснюється коротким періодом його дії. До періоду найбільш

інтенсивного розвитку нематодних популяцій (від весняного кушіння до кінця вегетації) термін його дії практично закінчується.

Слід звернути увагу на те, що із чотирьох років проведення досліджень перші два характеризувались сприятливими для розвитку фітонематод умовами та, відповідно, високочисельними нематодними популяціями. Зокрема, чисельність фітогельмінтів на контролі становила в середньому 1700–1900 особин у 100 см³ ґрунту. Третій (2017-й) рік відрізнявся від інших посушливими погодними умовами, що є вкрай негативними для розвитку нематодних популяцій, тому їхня чисельність була низькою: навіть на контролі вона не перевищувала 100 особин у 100 см³ ґрунту. У 2018 р. погодні умови були нестабільні, але більш наближені до середньобогаторічних показників температури та вологості. Чисельність нематодних популяцій була на рівні середньої або дещо нижчою за середню (на рівні 200–300 особин у 100 см³ ґрунту в контрольному варіанті).

Ефективність дії більшості препаратів проти фітогельмінтів у роки із сприятливими погодними умовами була високою (понад 70–80% у 2015–2016 рр.), але різко знизилась у рік з екстремальними умовами, коли чисельність фітопаразитичних нематод була низькою через природні чинники (2017) (див. табл. 5). У наступному, 2018, році ефективність трьох із них («Вітавакс 200 ФФ», в. с. к., «Ранкона І-мікс», мк. е., та «Кінто дуо», к. с.) повернулася до норми, інших двох («Максим форте», т. к. с., та «Ламардор про», т. к. с.) була дещо нижчою, ніж у 2015–2016 рр., але вдвічі вищою, ніж на низькочисельних популяціях нематод.

Визначено також, що дія регулятора росту рослин «Атонік плюс», в. р., на нематодні популяції є слабкою – до 29% протягом років проведення досліджень.

Отримані у 2016–2018 рр. дані збігаються з результатами наших попередніх досліджень. У 2015 р. в усіх варіантах із використанням протруйників насіння спостерігалось зниження чисельності паразитичних нематод приблизно на такому ж рівні: «Ранкона І-мікс», мк. е., – 95%, «Максим форте», т. к. с., – 89%, «Ламардор про», т. к. с., – 84%, «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к., – 83%, «Кінто дуо», к. с., – 67%. Тобто підтверджується досить висока протинематодна ефективність препаратів із комплексною дією, що робить подальші дослідження дуже перспективними.

За результатами порівняльного аналізу 2016 р. встановлено, що протинематодна ефективність досліджуваних протруйників є високою: на рівні від 57 до 95%. Найкращим виявився препарат «Ранкона І-

мікс», мк. е., – ефективність проти комплексу фітопаразитичних нематод становила 87%. Препарати «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к., «Максим форте», т. к. с., та «Ламардор про», т. к. с., показали трохи нижчу ефективність дії – на рівні 74–80%. Протинематодна ефективність препарату «Кінто дуо», к. с., – середня, 69%.

Особливо цінним є те, що ці препарати досить ефективно знижували чисельність усіх видів паразитичних нематод, а не одного-двох, оскільки статус домінування кожного виду змінюється в різних агроценозах. У 2015 р. дослід було закладено на ділянці, де понад 90% комплексу червоподібних фітопаразитичних нематод складали два види: *Pratylenchus pratensis* та *Tylenchorhynchus dubius*, решта видів були представлені лише поодинокими екземплярами, тому вивчити дію досліджуваних препаратів на них було неможливо. У 2015 р. дослідження проводили в агроценозі, де чисельність усіх п'яти типових для пшениці озимої видів була більш-менш достатньою для визначення впливу на них препаратів.

Отже, за результатами досліджень 2015–2016 рр. було встановлено високий рівень протинематодної ефективності досліджуваних протруйників (від 67 до 95%). Результати 2017 р. дуже відрізняються від результатів попередніх років (див. табл. 2, 3). Чисельність нематодних популяцій та рівень протинематодної ефективності препаратів у 2017 р. були дуже низькими. Так, у 2015–2016 рр. чисельність популяцій фітопаразитичних нематод на контролі становила 1200–1700 особин у 100 см³ ґрунту; у 2017 р. – менше 100 особин у 100 см³ ґрунту. Чисельність мікогельмінтів та сапробіонтів також була у 5–10 разів нижчою, ніж у попередні два роки. Ефективність більшості досліджуваних протруйників насіння знизилась приблизно вдвічі (із 67–95 до 31–54%). Лише препарат «Кінто дуо», к. с., проявив навіть вищу ефективність, ніж у попередні роки. Причину цього поки що не з'ясовано. Низька ефективність протруйників, очевидно, зумовлена низькою чисельністю фітогельмінтів. Тобто зростання чисельності популяцій стримував більш вагомий чинник, яким, на нашу думку, були погодні умови. В посушливих умовах нематодні популяції майже не розвиваються. 2017-й рік в умовах проведення досліду (с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл.) відрізнявся від попередніх надзвичайно посушливими умовами протягом майже всього періоду вегетації (зокрема, у 1, 2-й декадах травня, весь червень та липень кількість опадів була на рівні 3–7 мм на декаду за норми 30–37 мм).

Результати, отримані в екстремальних погодних умовах, не можна вважати об'єктивними. До того ж вони не збігаються з отриманими в попередні роки на високочисельних нематодних популяціях. Тому дослідження необхідно було продовжити.

У 2018 р. погодні умови були з різкими перепадами температури та вологості, але більш наближені до середньобагаторічних. Чисельність нематодних популяцій також зберігалася на рівні середньої (на контролі: 200–300 особин у 100 см³ ґрунту). Ефективність досліджуваних препаратів загалом наблизилась до показників 2015–2016 рр., хоча у варіантах «Максим форте», т. к. с., та «Ламардор про», т. к. с., була дещо нижчою (57–58 проти 74–84% у 2015–2016 рр.), решти препаратів – на рівні 70–85%.

Досліджувана популяція складалася із чотирьох видів. Високою була чисельність лише двох із них: *Pratylenchus pratensis* та *Tylenchorhynchus dubius*. Вид *Helicotylenchus dihystrera* був відсутній, а *Ditylenchus dipsaci* та *Paratylenchus nanus* присутні в незначній чисельності, до того ж *P. nanus* – вогнищами. Тому ефективність дії препаратів визначалась їхньою дією на перші два види. Цікаво, що ефективність досліджених протруйників була вищою щодо ендopазитичного виду *Pratylenchus pratensis* (89–100%), проти ектопаразита *Tylenchorhynchus dubius* вона більш варіювальна (від 47 до 97%).

За результатами досліджень 2015–2018 рр. було встановлено високий рівень протинематодної ефективності досліджуваних протруйників: «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), «Максим форте», т. к. с. (2,0 л/т), «Ламардор про», т. к. с. (0,6 л/т), «Ранкона І-мікс» (1,0 л/т), «Кінто дуо», к. с. (2,5 л/т), – від 57 до 95% (див. табл. 5). Щоправда, результати досліджень 2017 р. дуже відрізняються: ефективність більшості протруйників насіння знизилась приблизно вдвічі (із 67–95 до 31–54%). Причиною низької ефективності протруйників, очевидно, була низька чисельність популяцій фітогельмінтів, зростання якої стримували надзвичайно посушливі умови протягом майже всього періоду вегетації.

Використання протруйників із комплексною дією забезпечує зниження чисельності паразитичних нематод на 50–95% одночасно з ефективною дією на грибні патогени та чисельність ґрунтових шкідників. Цей захід дає змогу захистити пшеницю озиму від паразитичних нематод без додаткових матеріальних витрат та збільшення пестицидного навантаження.

Висновки. За результатами дослідження впливу протруйників насіння на комплекс червоподібних фітопаразитичних нематод встановлено, що протинематодна ефективність більшості досліджених препаратів є високою: на рівні від 57 до 95%. Найкращими виявилися препарати «Ранкона І-мікс», мк. е. (1,0 л/т), та «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), – ефективність проти комплексу фітопаразитичних нематод в середньому за роки досліджень становила, відповідно, 79 та 76%. Препарати «Максим форте», т. к. с. (2,0 л/т), «Кінто дуо», к. с. (2,5 л/т), та «Ламардор про», т. к. с. (0,6 л/т), показали трохи нижчу ефективність дії – на рівні 62–75%. Технічна ефективність дії протруйника «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), та регулятора росту рослин «Атонік плюс», в. р. (0,2 л/т), є слабкою (в середньому 10 та 22% відповідно). Ефективність дії досліджуваних препаратів була вищою (понад 70–80%) за високочисельних нематодних популяцій і значно знижувалась за умов, коли їхня чисельність була низькою через несприятливі природні чинники.

Список використаної літератури

1. Галаган Т. О. Шкодочинність фітонематод на озимій пшениці. *Захист рослин*. 1998. № 10. С. 4–5.
2. Дерев'янський В. П., Власюк О. С., Малириська І. М. Ефективність біологічних препаратів та мікроелементів у технології вирощування пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. № 17. С. 111–118.
3. Маренич М. М., Юрченко С. О. Вплив допосівної обробки насіння біологічно активними речовинами на ріст і розвиток рослин пшениці озимої на початкових стадіях. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2017. № 1–2. С. 38–42.
4. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ. 2001. 448 с.
5. Найбільш небезпечні нематодози рослин та системи захисних заходів / О. І. Борзих та ін. Київ. 2017. 140 с.
6. Нікітін В. С. Цистоутворюючі нематоди на зернових культурах. *Захист рослин*. 1983. № 4. С. 59.
7. Сігарьова Д. Д., Ковалишина Г. М., Галаган Т. О. Фунгіциди проти

References

1. Ghalaghan T. O. Harmfulness of phytonematodes on winter wheat. *Zakhyst roslyn*. 1998. No. 10. P. 4–5.
2. Dev'ianskyi V. P., Vlasiuk O. S., Malynovska I. M. Efficiency of biological preparations and microelements in the technology of growing spring wheat. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2013. No. 17. P. 111–118.
3. Marenych M. M., Yurchenko S. O. The influence of seed treatment of biologically active substances on the growth and development of winter plants in the initial stages. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]. 2017. No. 1–2. P. 38–42.
4. Methods of testing and application of pesticides / za red. S. O. Tribelya. Kyiv. 2001. 448 p.
5. The most dangerous nematodes of plants and systems of protective measures / O. I. Borzykh ta in. Kyiv. 2017. 140 p.
6. Nikitin V. S. Cyst-forming nematodes on cereals. *Zakhyst roslyn*. 1983. No. 4. P. 59.

фітонемотод. *Захист рослин*. 1998. № 11. С. 11.

8. Сігарьова Д. Д., Нікішичева К. С. Актуальність і способи впровадження в інтегрований захист озимої пшениці протинемотодних елементів. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва*. 2002. № 4. С. 107–114.

9. Сігарьова Д. Д., Нікішичева К. С. Нематодні хвороби основних сільськогосподарських культур. *Матеріали міжн. наук.-практ. конф. «Наукові засади ефективного ведення степового землеробства в умовах змін клімату»* (Херсон, 28–29 травня 2015 р.). Херсон, 2015. С. 31–34.

10. Сільськогосподарська нематологія / Д. Д. Сігарьова та ін. Київ. 2017. 340 с.

11. Abundant and diverse fungal microbiota inhabit the white females and brown cysts of the cereal cyst nematode / J. Hu et al. *Applied Soil Ecology*. 2019. Vol. 147. March 2020, 103372. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103372>.

12. Artemisia annua compounds have potential to manage root-knot and potato cyst nematodes / Trifone D'Addabbo et al. *Industrial Crops and Products*. 2017. 1 December. Vol. 108. P. 195–200. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.025>.

13. Bohlmann H., Sobczak M. The plant cell wall in the feeding sites of cyst nematodes. *Frontiers in plant science*. 2014. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00089>.

14. Comparative analysis of pre- and post-parasitic transcriptomes and mining pioneer effectors of *Heterodera avenae* / D. Yang et al. *Cell Biosci*. 2017. Vol. 7. P. 11. URL: <https://doi.org/10.1186/s13578-017-0138-6>.

15. Cooper Dustin, Eleftherianos Ioannis. Parasitic Nematode Immunomodulatory Strategies. *Recent Advances and Perspectives. Pathogens*. 2016. Sep. 5 (3). P. 58. Published online 2016. Sep 14. DOI: 10.3390/pathogens5030058.

16. Cyst Nematode Parasitism Induces Dynamic Changes in the Root Epigenome / Tarek Hewezi et al. *Meg Staton. Published*

7. Sigharjova D. D., Kovalyshyna Gh. M., Ghalaghan T. O. Fungicides against phytonematodes. *Zakhyst roslyn*. 1998. No. 11. P. 11.

8. Sigharjova D. D., Nikishycheva K. S. Relevance and methods of implementation of anti-nematode elements in the integrated protection of winter wheat. *Visnyk KhNAU im. V. V. Dokuchajeva*. 2002. No. 4. P. 107–114.

9. Sigharjova D. D., Nikishycheva K. S. Nematode diseases of major crops. *Materialy mizhn. nauk.-prakt. konf. «Naukovi zasady efektyvnogho vedennja stepovogho zemlerobstva v umovakh zmin klimatu»* (Kherson, 28–29 travnja 2015 r.). Kherson, 2015. P. 31–34.

10. Agricultural nematology / D. D. Sigharjova ta in. Kyiv. 2017. 340 p.

11. Abundant and diverse fungal microbiota inhabit the white females and brown cysts of the cereal cyst nematode / J. Hu et al. *Applied Soil Ecology*. 2019. Vol. 147. March 2020, 103372. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103372>.

12. Artemisia annua compounds have potential to manage root-knot and potato cyst nematodes / Trifone D'Addabbo et al. *Industrial Crops and Products*. 2017. 1 December. Vol. 108. P. 195–200. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.025>.

13. Bohlmann H., Sobczak M. The plant cell wall in the feeding sites of cyst nematodes. *Frontiers in plant science*. 2014. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00089>.

14. Comparative analysis of pre- and post-parasitic transcriptomes and mining pioneer effectors of *Heterodera avenae* / D. Yang et al. *Cell Biosci*. 2017. Vol. 7. P. 11. URL: <https://doi.org/10.1186/s13578-017-0138-6>.

15. Cooper Dustin, Eleftherianos Ioannis. Parasitic Nematode Immunomodulatory Strategies: *Recent Advances and Perspectives. Pathogens*. 2016. Sep. 5 (3). P. 58. Published online. 2016. Sep 14. DOI: 10.3390/pathogens5030058.

May 2017. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.16.01948>.

17. Damage-associated responses of the host contribute to defence against cyst nematodes but not root-knot nematodes / Syed Jehangir Shah et al. *Journal of Experimental Botany*. 2017. Vol. 68. Is. 21–22. 16 December. P. 5949–5960. URL: <https://doi.org/10.1093/jxb/erx374>.

18. Effect of pesticides on soil enzymatic activities *Pratylenchus penetrans* populations, black root rot, and growth of fluecured tobacco / C. M. Tu et al. *Environ. Sci and Health*. 1995. Vol. 30. No. 2. P. 141–162.

19. Effector From *Heterodera avenae* Suppresses Plant Defenses and Promotes Parasitism / Yang Shanshan et al. *Front Plant Sci*. 2019. No. 10. P. 66. Published online 2019 Feb 8. DOI: 10.3389/fpls.2019.00066.

20. Evaluation of cultivar resistance to soybean cyst nematode with a quantitative polymerase chain reaction assay / H. D. Lopez-Nicora et al. *Plant Dis*. 2012. Vol. 96. P. 1556–1563.

21. First Report of the Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) on Wheat in Henan Province, China / D. L. Peng et al. *Plant disease*. 2010. Vol. 94. No. 10. P. 1262–1262. URL: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-10-0309>.

22. Govere A., Smant G. The activation and suppression of plant innate immunity by parasitic nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol*. 2014. No. 52. P. 243–265. DOI: 10.1146/annurev-phyto-102313-050118.

23. *Heterodera avenae* GLAND5 Effector Interacts With Pyruvate Dehydrogenase Subunit of Plant to Promote Nematode Parasitism / Yang Shanshan et al. *Front Microbiol*. 2019. No. 10. P. 1241. Published online. 2019. Jun 4. DOI: 10.3389/fmicb.2019.01241.

24. Jaouannet M., Rosso M. N. Effectors of root sedentary nematodes target diverse plant cell compartments to manipulate plant functions and promote infection. *Plant Signal. Behav*. 2013. No. 8. e25507. DOI: 10.4161/psb.25507.

16. Cyst Nematode Parasitism Induces Dynamic Changes in the Root Epigenome / Tarek Hewezi et al. *Meg Staton*. Published May 2017. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.16.01948>.

17. Damage-associated responses of the host contribute to defence against cyst nematodes but not root-knot nematodes / Syed Jehangir Shah et al. *Journal of Experimental Botany*. 2017. Vol. 68. Is. 21–22. 16 December. P. 5949–5960. URL: <https://doi.org/10.1093/jxb/erx374>.

18. Effect of pesticides on soil enzymatic activities *Pratylenchus penetrans* populations, black root rot, and growth of fluecured tobacco / C. M. Tu et al. *Environ. Sci and Health*. 1995. Vol. 30. No. 2. P. 141–162.

19. Effector From *Heterodera avenae* Suppresses Plant Defenses and Promotes Parasitism / Yang Shanshan et al. *Front Plant Sci*. 2019. No. 10. P. 66. Published online. 2019. Feb 8. DOI: 10.3389/fpls.2019.00066.

20. Evaluation of cultivar resistance to soybean cyst nematode with a quantitative polymerase chain reaction assay / H. D. Lopez-Nicora et al. *Plant Dis*. 2012. Vol. 96. P. 1556–1563.

21. First Report of the Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) on Wheat in Henan Province, China / D. L. Peng et al. *Plant disease*, 2010. Vol. 94. No. 10. URL: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-10-0309>.

22. Govere A., Smant G. The activation and suppression of plant innate immunity by parasitic nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol*. 2014. No. 52. P. 243–265. DOI: 10.1146/annurev-phyto-102313-050118.

23. *Heterodera avenae* GLAND5 Effector Interacts With Pyruvate Dehydrogenase Subunit of Plant to Promote Nematode Parasitism / Yang Shanshan et al. *Front Microbiol*. 2019. No. 10. P. 1241. Published online. 2019. Jun 4. DOI: 10.3389/fmicb.2019.01241.

24. Jaouannet M., Rosso M. N. Effectors of root sedentary nematodes target diverse plant cell compartments to manipulate plant functions and promote infection. *Plant*

25. Jonson A. W., Young J. R. Effect of nematicides applied through a sprinkler irrigation system on control a root-knot nematodes on squask, southern pea and field corn. *Nematol.* 1980. Vol. 12. No. 4. P. 227.
26. Kazuki Sato, Yasuhiro Kadota, Ken Shirasu. Plant Immune Responses to Parasitic Nematodes. *Front Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 1165. Published online. 2019. Sep 26. DOI: 10.3389/fpls.2019.01165.
27. Large-Scale Identification and Characterization of Heterodera avenae Putative Effectors Suppressing or Inducing Cell Death in Nicotiana benthamiana / Changlong Chen et al. *Front Plant Sci.* 2017. Vol. 8. P. 20–62. Published online. 2018. Jan 15. DOI: 10.3389/fpls.2017.02062.
28. Mechanisms and Characterization of Trichoderma longibrachiatum T6 in Suppressing Nematodes (Heterodera avenae) in Wheat. *Front Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 483. Published online. 2019. Apr 17. DOI: 10.3389/fpls.2019.00483 = DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5605630>.
29. Orion D., Shlevin E. Nematicide seed dressing for cyst and lesion nematode control in wheat. *Nematol.* 1989. Vol. 21. No. 4. P. 629–631.
30. Plant protection and bioregulation in modern agriculture / O. A. Iutynska et al. "Diamond trading". Warszawa, Poland, 2019. 111 p.
31. Spring wheat tolerance and resistance to *Heterodera avenae* in the Pacific Northwest / R. W. Smiley et al. *Plant Dis.* 2013. Vol. 97. P. 590–600.
- Signal. Behav.* 2013. No. 8. e25507. DOI: 10.4161/psb.25507.
25. Jonson A. W., Young J. R. Effect of nematicides applied through a sprinkler irrigation system on control a root-knot nematodes on squask, southern pea and field corn. *Nematol.* 1980. Vol. 12. No. 4. P. 227.
26. Kazuki Sato, Yasuhiro Kadota, Ken Shirasu. Plant Immune Responses to Parasitic Nematodes. *Front Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 1165. Published online. 2019. Sep 26. DOI: 10.3389/fpls.2019.01165.
27. Large-Scale Identification and Characterization of Heterodera avenae Putative Effectors Suppressing or Inducing Cell Death in Nicotiana benthamiana / Changlong Chen et al. *Front Plant Sci.* 2017. Vol. 8. P. 20–62. Published online. 2018. Jan 15. DOI: 10.3389/fpls.2017.02062.
28. Mechanisms and Characterization of Trichoderma longibrachiatum T6 in Suppressing Nematodes (Heterodera avenae) in Wheat. *Front Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 483. Published online. 2019. Apr 17. DOI: 10.3389/fpls.2019.00483 = DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5605630>.
29. Orion D., Shlevin E. Nematicide seed dressing for cyst and lesion nematode control in wheat. *Nematol.* 1989. Vol. 21. No. 4. P. 629–631.
30. Plant protection and bioregulation in modern agriculture / O. A. Iutynska et al. "Diamond trading". Warszawa, Poland, 2019. 111 p.
31. Spring wheat tolerance and resistance to *Heterodera avenae* in the Pacific Northwest / R. W. Smiley et al. *Plant Dis.* 2013. Vol. 97. P. 590–600.

Отримано: 13 квітня 2022 р.

Погоджено до друку: 23 серпня 2022 р.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-4

УДК 633.174:631.5

Л. А. ПРАВДИВА, кандидат с.-г. наук

В. А. ДОРОНІН, доктор с.-г. наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

вул. Клінічна, 25, м. Київ,

03141, e-mail: bioplant_@ukr.net

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО

Сорго зернове – це культура, яка має вагомі переваги над іншими сільськогосподарськими культурами за рахунок своїх господарсько цінних біологічних особливостей. Завдяки ксеноморфній структурі рослин, посухо- і спекостійкості, солевитривалості, невибагливості до умов вирощування культура формує високу продуктивність зерна і є широко відомою у світовому землеробстві. Використовують сорго зернове в продовольчих, кормових та технічних цілях, тому дослідження елементів технології вирощування, а саме внесення мінеральних добрив, належить до актуальних завдань, що сприятиме формуванню високої фотосинтетичної продуктивності культури.

У статті представлено результати досліджень впливу різних доз мінеральних добрив на площу листової поверхні, фотосинтетичну діяльність та чисту продуктивність фотосинтезу рослин сортів сорго зернового в Правобережному Лісостепу України.

Метою роботи було дослідити вплив мінерального живлення рослин на фотосинтетичну продуктивність сорго зернового в Правобережному Лісостепу України.

Дослідження проводили у 2016–2020 рр. в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН у Правобережному Лісостепу України.

Досліджено, що збільшення площі листової поверхні рослин сорго зернового відбувалося за рахунок підвищення дози мінеральних добрив. Найвищою вона була за внесення розрахункової ($N_{50}P_{40}K_{70}$) та високих доз ($N_{90}P_{90}K_{90}$ і $N_{120}P_{120}K_{120}$) добрив у період викидання волоті – цвітіння. Чиста продуктивність фотосинтезу та урожайність зерна обох сортів у цих варіантах досліду були також найвищими.

Встановлено лінійну кореляційну залежність між площею листової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу, яка описується рівнянням регресії $y = 2,0818x + 26,668$ ($R^2 = 0,9596$) і $y = 2,8377x + 21,114$ ($R^2 = 0,975$), а також між чистою продуктивністю фотосинтезу та урожайністю зерна сорго зернового: $y = 1,0421x + 0,8623$ ($R^2 = 0,9441$) та $y = 1,3854x - 1,0694$ ($R^2 = 0,938$).

© Правдива Л. А., Доронін В. А., 2022

Ключові слова: сорти, удобрення, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.

Liudmyla Pravdyva, Volodymyr Doronin

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine

Influence of mineral fertilizers on photosynthetic productivity of grain sorghum

Grain sorghum is a crop that has significant advantages over other crops due to its economically valuable biological features. Due to the xenomorphic structure of plants, drought and heat resistance, salt tolerance, unpretentiousness to growing conditions, the culture forms a high grain productivity and is widely known in agriculture world. Grain sorghum is used for food, feed and technical purposes. Therefore, the study of elements of cultivation technology, namely the application of mineral fertilizers, is one of the urgent tasks that will contribute to the formation of high photosynthetic productivity of the culture.

The article presents the results of research on the effect of different doses of mineral fertilisers on leaf surface area, photosynthetic activity and net productivity of photosynthesis of sorghum plants in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The purpose of the research is to investigate the influence of mineral nutrition of plants on the photosynthetic productivity of grain sorghum in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The research was conducted in 2016–2020 in the conditions of the Bila Tserkva research and selection station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets NAAS on the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

It was investigated that the increase in the leaf surface area of sorghum plants was due to the increase in doses of mineral fertilisers. It was highest with the estimated application (N₅₀P₄₀K₇₀) and high doses of fertilisers (N₉₀P₉₀K₉₀ and N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀) during the period of panicles' ejection – flowering. The net productivity of photosynthesis and grain yield of both varieties in these variants of the experiment were also the highest.

A linear correlation was found between leaf surface area and net photosynthesis productivity, which is described by the regression equation $y = 2.0818x + 26.668$ ($R^2 = 0.9596$) and $y = 2.8377x + 21.114$ ($R^2 = 0.975$), as well as between net productivity photosynthesis and grain yield of sorghum: $y = 1.0421x + 0.8623$ ($R^2 = 0.9441$) and $y = 1.3854x - 1.0694$ ($R^2 = 0.938$).

Keywords: varieties, fertilizers, leaf surface area, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis.

Вступ. Суттєві зміни клімату в Україні спонукають сільгоспвиробників переглядати концепції та практичні підходи до формування спектру культур агроценозів, спроможних забезпечувати отримання стабільних і економічно вигідних урожаїв у все більш жорстких за значенням гідротермічного коефіцієнта умовах [1, 4, 5].

Сорго звичайне, двокольорове (зернове) (*Sorghum bicolor L.*) – одна з найдавніших культур у світовому землеробстві. Його батьківщина – країни Африки, Індія і Китай. Посівні площі сорго у світі становлять приблизно 50 млн га. Найбільші посівні площі сорго в Індії – 16 млн га, в країнах Африки – 14 млн га, у США – 6 млн га [7, 15]. У світі за площами вирощування сорго посідає п'яте місце після пшениці, рису, кукурудзи і ячменю та третє серед зернофуражних культур [6].

Серед польових культур сорго беззаперечно є лідером за здатністю переносити тривалі посухи, високі температури повітря та ґрунту [9, 17, 25], адже листки рослин C₄ типу фотосинтезу значно менше потерпають від сильного нагрівання та економніше витрачають вологу [2, 20, 22, 28]. Транспіраційний коефіцієнт сорго становить 300, тоді як кукурудзи – 338, пшениці озимої – 513, а сої – 520. Тому навіть за наявності незначних кількостей вологи в ґрунті сорго продовжує ріст та розвиток попри сильну спеку та суховії. А коли вологи в ґрунті недостатньо, рослини сорго здатні впадати в анабіоз та відновлювати свою вегетацію після надходження опадів [10, 13].

Донедавна сорго широко використовували в харчовій та кормовій промисловості [12, 26, 30], проте в останні роки він став сировиною для виробництва біопалива (біоетанолу та твердого палива) як енергетична культура [14, 18, 23, 29].

Одним з основних процесів життєдіяльності рослин є фотосинтез, у результаті якого в листках за безпосередньої участі світла, вуглекислого газу, води та елементів мінерального живлення утворюються органічні речовини, формується врожай певної величини та якості. Врожайність польової культури визначається насамперед оптимальними розмірами та продуктивністю роботи фотосинтетичного апарату, який у процесі росту й розвитку рослин повинен якомога швидше досягти належних параметрів. Одним із факторів, що регулює площу асиміляційної поверхні, є рівень мінерального живлення рослин, тому в період вегетації необхідно створювати найсприятливіші умови живлення, щоб рослини сформували оптимальну площу листків для ефективної фотосинтетичної діяльності [11, 21]. Дефіцит мінерального живлення призводить до зниження фотосинтетичної асиміляції культури й параметрів урожайності [16, 27, 31].

Формування високої врожайності культури залежить від фотосинтетичної діяльності агроценозу, який визначається такими показниками, як площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал,

чиста продуктивність фотосинтезу [3]. Проте фотосинтетична діяльність залежить від потенціалу вирощуваної культури та елементів технології вирощування, зокрема, удобрення [19, 24].

Застосування різних доз добрив до сорго зернового недостатньо вивчено в Україні, тому потребує детального аналізу.

Мета досліджень – дослідити вплив мінерального живлення рослин на фотосинтетичну продуктивність сорго зернового в Правобережному Лісостепу України.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2016–2020 рр. в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

В досліді вивчали сорти (фактор А) Дніпровський 39 і Вінець, а також дози добрив (фактор В): $N_0P_0K_0$ – без добрив (контроль); $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; $N_{120}P_{120}K_{120}$ та розрахункова доза добрив, яка в середньому за роки досліджень становила $N_{50}P_{40}K_{70}$.

Дослід закладали за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти дослідів розміщували по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – чотириразова. Сівбу здійснювали у II декаді травня з нормою висіву 200 тис. шт./га й шириною міжрядь 45 см.

Площу листової поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою А. А. Ничипоровича [8]. Розрахункову дозу добрив розраховували за балансово-розрахунковим методом.

Об'єктом досліджень були ранньостиглі сорти сорго зернового Дніпровський 39 (Синельниківська СДС ДУ «Інститут зернових культур» НААНУ) та Вінець (Генічеська ДС ДУ ІЗК НААНУ).

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи типові глибокі малогумусні крупно-пилувато-середньосуглинкового гранулометричного складу. Карбонати магнію та кальцію залягають на глибині 55–65 см. В орному шарі (0–30 см) міститься приблизно 17% мулуватих частинок і від 46 до 54% – крупного пилу. Рельєф рівнинний, глибина залягання ґрунтових вод – 8 м. Ступінь насиченості основами – 90%.

Погодні умови в роки проведення досліджень були сприятливими для вирощування сорго зернового, проте з певними перевищеннями середніх багаторічних показників.

Результати та обговорення. Результати отриманих досліджень свідчать, що площа листової поверхні змінювалась залежно від настання певних періодів вегетації та від різних доз добрив (рис. 1, 2).

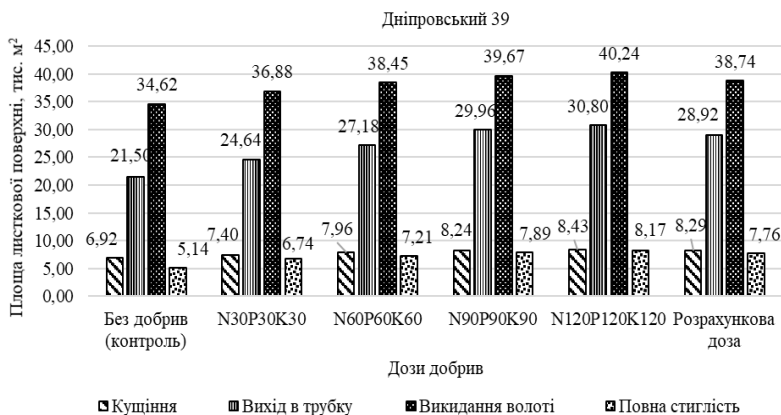


Рис. 1. Площа листової поверхні рослин сорго зернового сорту Дніпровський 39 залежно від рівня мінеральних добрив, тис. м² (2016–2020)

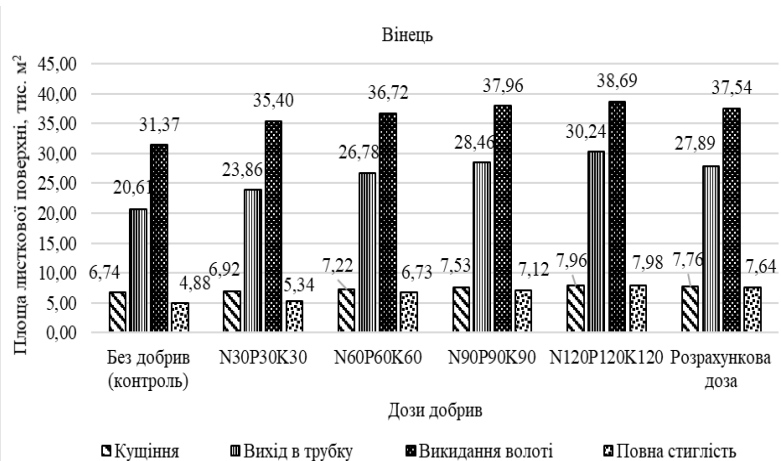


Рис. 2. Площа листової поверхні рослин сорго зернового сорту Вінець залежно від рівня мінеральних добрив, тис. м² (2016–2020)

Збільшувалась вона від появи сходів до фази викидання волоті – цвітіння. Від фази цвітіння до фази досягання з розвитком рослин сорго зернового знижуються темпи наростання листової площі,

відповідно, і продуктивність фотосинтезу в результаті всихання листків нижніх ярусів. У цей період відбувається перерозподіл і відтік пластичних речовин вегетативних органів у генеративні.

Найменшу площу листової поверхні спостерігали у варіанті без внесення добрив упродовж усього вегетаційного періоду. Із збільшенням доз добрив від $N_{30}P_{30}K_{30}$ до $N_{120}P_{120}K_{120}$ площа листової поверхні в період максимального наростання збільшувалась від 36,88 до 40,24 тис. m^2 у сорту Дніпровський 39 та від 35,40 до 38,69 тис. m^2 у сорту Вінець.

За розрахункової дози добрив площа листової поверхні у період максимального наростання дорівнювала 38,74 тис. m^2 у сорту Дніпровський 39 та 37,54 тис. m^2 у сорту Вінець, що вище за контроль на 11,9 та 19,6% відповідно.

Тривалість сформованої асиміляційної поверхні є однією з важливих умов забезпечення високої продуктивності культури й виражається показником фотосинтетичного потенціалу, який узагальнено характеризує фотосинтетичну діяльність рослин упродовж періоду вегетації. Залежно від умов вирощування культури він може варіювати в значних межах.

Фотосинтетичний потенціал змінювався залежно від розміру площі листової поверхні в період вегетації, яка, у свою чергу, залежала від внесення різних доз мінеральних добрив (табл. 1).

Так, найвищий фотосинтетичний потенціал спостерігався за внесення розрахункової та високих доз добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ і $N_{120}P_{120}K_{120}$ та становив, відповідно, 1,39; 1,42 і 1,47 млн $m^2/га$ за добу в сорту Дніпровський 39 та 1,32; 1,34 і 1,37 млн $m^2/га$ за добу в сорту Вінець.

У варіанті без внесення добрив фотосинтетичний потенціал був найнижчим і дорівнював 1,24 млн $m^2/га$ в сорту Дніпровський 39 та 1,18 млн $m^2/га$ за добу в сорту Вінець.

Чиста продуктивність фотосинтезу є показником, який характеризує інтенсивність фотосинтезу посівів і показує відношення добового приросту сухої речовини до площі листків.

Найвищою чиста продуктивність фотосинтезу асиміляційного апарату рослин сорго була у варіанті з розрахунковою дозою добрив та за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ і $N_{120}P_{120}K_{120}$ і становила в сорту Дніпровський 39 – 5,97; 6,53 і 6,11 $г/м^2$ за добу, в сорту Вінець 5,81; 6,29 і 5,97 $г/м^2$ за добу, що вдвічі вище за контроль (на 50–70%). За внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ чиста продуктивність фотосинтезу була дещо нижчою і становила 4,78 та 5,64 $г/м^2$ у сорту Дніпровський 39 і 4,95 та 5,32 $г/м^2$ у сорту Вінець.

1. Показники фотосинтетичної продуктивності та урожайність зерна сорго зернового залежно від рівня мінеральних добрив (2016–2020)

Сорт	Варіант	Фотосинтетичний потенціал, (млн м ² /га) × діб	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ²	Урожайність зерна, т/га
Дніпровський 39	Без добрив (контроль)	1,24	3,91	5,2
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,32	4,78	5,6
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,38	5,64	6,4
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,42	5,97	7,1
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,47	6,53	7,9
	Розрахункова доза	1,39	6,11	7,3
	Вінець	Без добрив (контроль)	1,18	3,72
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		1,27	4,95	5,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		1,31	5,32	6,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀		1,34	5,81	7,2
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀		1,37	6,29	7,8
Розрахункова доза		1,32	5,97	7,0
НР _{0,05}		0,05	0,04	1,4

Внесення добрив сприяло збільшенню врожайності зерна порівняно з контролем. За внесення їх у дозі N₉₀P₉₀K₉₀, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ та розрахунковій N₅₀P₄₀K₇₀ урожайність зерна достовірно зросла порівняно з контролем і в сорту Дніпровський 39 дорівнювала 7,1; 7,9 та 7,3 т/га, що вище на 1,9; 2,7 та 2,1 т/га порівняно з контролем. У сорту Вінець за цих доз добрив урожайність зерна становила 7,2; 7,8 та 7,0 т/га, що вище за контроль на 2,9; 3,5 та 2,7 т/га відповідно.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу отримано сильну лінійну кореляцію між площею листової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,9596$ у сорту Дніпровський 39 та $R^2 = 0,9750$ у сорту Вінець, коефіцієнт кореляції при цьому становив $R = 0,9795$ та $R = 0,9874$ (рис. 3, 4).

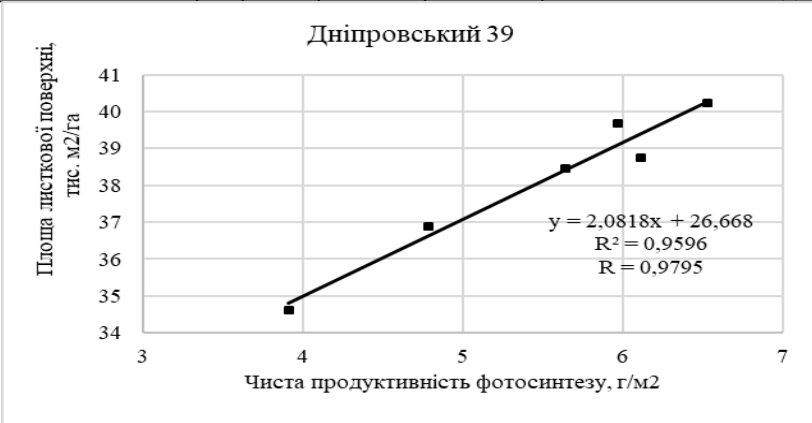


Рис. 3. Кореляційно-регресійний зв'язок між площею листкової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу сорго зернового сорту Дніпровський 39 (2016–2020)

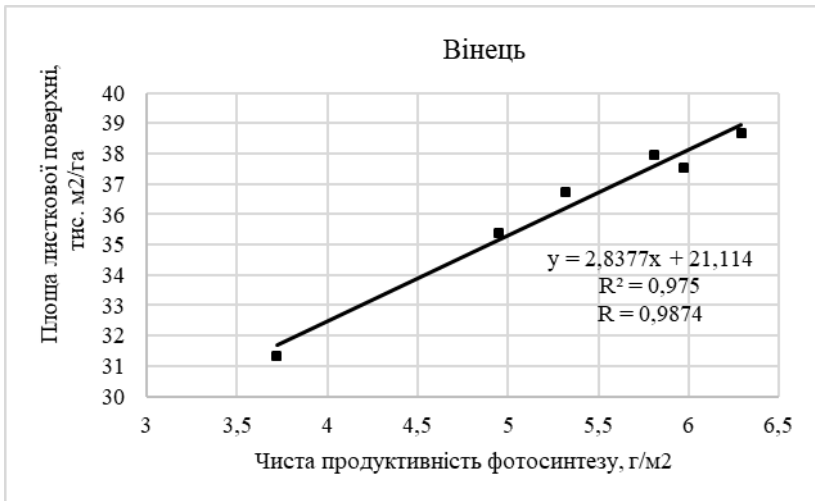


Рис. 4. Кореляційно-регресійний зв'язок між площею листкової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу сорго зернового сорту Вінець (2016–2020)

Отримані результати досліджень виявили, що із збільшенням чистої продуктивності фотосинтетичної діяльності збільшувалась і

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)
врожайність сорго зернового. Це підтверджено кореляційно-регресійним аналізом, який довів суттєву залежність між чистою продуктивністю фотосинтезу й урожайністю зерна (рис. 5, 6). Коефіцієнт детермінації та кореляції при цьому становив $R^2 = 0,9441$ та $R = 0,9716$ у сорту Дніпровський 39 і $R^2 = 0,938$ та $R = 0,9684$ у сорту Вінець.

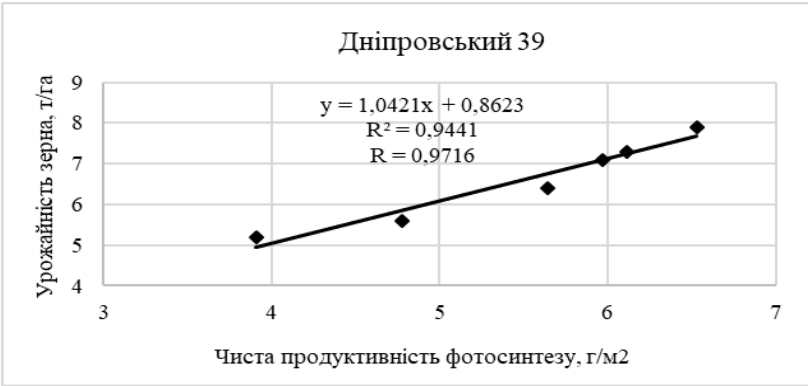


Рис. 5. Кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю зерна та чистою продуктивністю фотосинтезу сорго зернового сорту Дніпровський 39 (2016–2020)

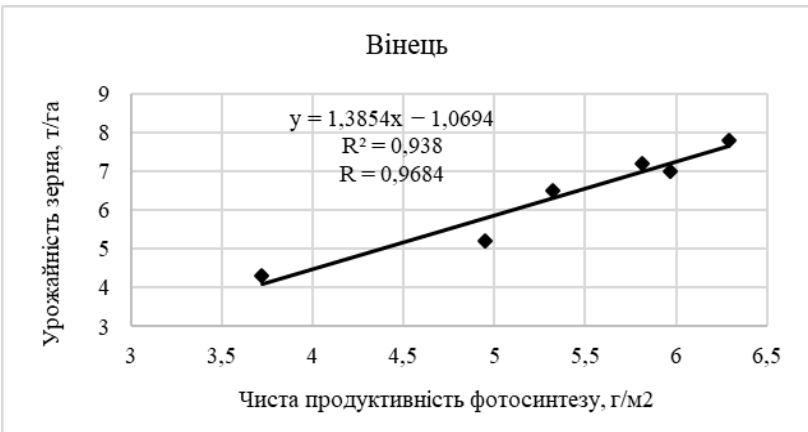


Рис. 6. Кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю зерна та чистою продуктивністю фотосинтезу сорго зернового сорту Вінець (2016–2020)

Висновки. Досліджено, що збільшення площі листової поверхні рослин сорго зернового відбувалося за рахунок збільшення дози мінеральних добрив. Найвищою вона була за внесення розрахункової ($N_{50}P_{40}K_{70}$) та високих доз ($N_{90}P_{90}K_{90}$ і $N_{120}P_{120}K_{120}$) добрив у період викидання волоті – цвітіння. Чиста продуктивність фотосинтезу та урожайність зерна обох сортів у цих варіантах досліду були також найвищими.

Встановлено лінійну кореляційну залежність між площею листової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу, яка описується рівнянням регресії $y = 2,0818x + 26,668$ ($R^2 = 0,9596$) і $y = 2,8377x + 21,114$ ($R^2 = 0,975$), а також між чистою продуктивністю фотосинтезу та урожайністю зерна сорго зернового: $y = 1,0421x + 0,8623$ ($R^2 = 0,9441$) та $y = 1,3854x - 1,0694$ ($R^2 = 0,938$).

Список використаної літератури

1. Алексеев Я. В. Продуктивність сорго зернового гібриду Прайм залежно від площі живлення в умовах Північного Степу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Вип. 33. С. 9–15. DOI: <https://www.doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-1>.
2. Безручко О. І., Джулай Н. П. Поповнення ринку сортів рослин України: сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). *Plant Var. Stud. Prot.* 2012. № 3. С. 45–51. DOI: [https://www.doi.org/10.21498/2518-1017.3\(17\).2012.58830](https://www.doi.org/10.21498/2518-1017.3(17).2012.58830).
3. Василенко Р. М. Фотосинтетична продуктивність сорго зернового залежно від умов зволоження на півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2. С. 46–50.
4. Гирка А. Д., Алексеев Я. В. Особливості росту і розвитку сорго зернового сорту Дніпровський 39 залежно від щільності агроценозу в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 10–17. DOI: <https://www.doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.3>.
5. Іваніна В. В., Пашинська К. Л., Смірних В. М. Винос і баланс елементів живлення в агроценозі сорго зернового

References

1. Aliexsieiev Ya. V. Productivity of sorghum grain hybrid Prime depending on the feeding area in the northern steppe of Ukraine. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. 2020. No. 33. P. 9–15. DOI: <https://www.doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-1>.
2. Bezruchko O. I., Dzhulay N. P. Replenishment of the market of plant varieties of Ukraine: sorghum (two-color) (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). *Plant Var. Stud. Prot.* 2012. No. 3. P. 45–51. DOI: [https://www.doi.org/10.21498/2518-1017.3\(17\).2012.58830](https://www.doi.org/10.21498/2518-1017.3(17).2012.58830).
3. Vasylenko R. M. Photosynthetic productivity of grain sorghum depending on humidification conditions in the south of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2018. Vol. 2. P. 46–50.
4. Hyrka A. D., Aliexsieiev Ya. V. Peculiarities of growth and development of grain sorghum Dniprovsky 39 depending on the density of agrocenosis in the Northern Steppe of Ukraine. *Ahrarni innovatsii*. 2020. No. 4. P. 10–17. DOI: <https://www.doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.3>.
5. Ivanina V. V., Pashynska K. L., Smirnykh V. M. Removal and balance of nutrients in the agrocenosis of grain sorghum

- залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 12. С. 28–32. DOI: <https://www.doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-03>.
6. Каленська С. М., Найденко В. М. Якісний склад зерна сорго залежно від елементів технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 82–89.
7. Каражбей Г. М. Стан і перспективи сорго зернового в Україні. *Селекція і насінництво*. 2012. № 101. С. 37–42. DOI: <https://www.doi.org/10.30835/2413-7510.2012.59749>.
8. Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений сорго зернового в Украине. *Селекція і насінництво*. 2012. № 101. С. 37–42. DOI: <https://www.doi.org/10.30835/2413-7510.2012.59749>.
9. Присяжнюк О. І., Сторожик Л. І., Завгородня С. В. Екологічна пластичність сорго зернового. *Новітні агротехнології*. 2019. № 7. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr_2019_7_11.
10. Рудник-Івашченко О. І., Сторожик Л. І. Стан і перспективи соргових культур в Україні. *Вісник ЦНЗ АІВ Харківської області*. 2011. Вип. 10. С. 198–206.
11. Фотосинтетична продуктивність посівів сорго зернового залежно від системи удобрення / Р. Є. Грищенко та ін. *Зернові культури*. 2020. № 1. С. 122–129. DOI: <https://www.doi.org/10.31867/2523-4544/0115>.
12. Abdulraheem M. I., Ojeniyi S. O., Charles E. F. Integrated application of urea and sawdust ash: effect on soil chemical properties, plant nutrients and sorghum performance. *International Organization of Scientific Research-Journal of Agriculture and Veterinary science (IOSR-JAVS)*. 2012. No. 1 (4). P. 38–41.
13. Almodares A., Hotjatabady R. H., Miriam E. Effects of drought stress on biomass and carbohydrate contents of two sweet sorghum cultivars. *J. Environ. Biol.* 2013. Vol. 34. P. 585–589.
14. Assessing sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench] germplasm for new traits: food, fuels & unique uses / J. Dahlberg depending on the fertilizer. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2021. No. 12. P. 28–32. DOI: <https://www.doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-03>.
6. Kalenska S. M., Naidenko V. M. Qualitative composition of sorghum grain depending on the elements of cultivation technology. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2019. No. 105. P. 82–89.
7. Karazhbei H. M. Status and prospects of grain sorghum in Ukraine. *Seleksiia i nasimnytstvo*. 2012. No. 101. P. 37–42. DOI: <https://www.doi.org/10.30835/2413-7510.2012.59749>.
8. Nychyporovych A. A. Physiology of photosynthesis and plant productivity. *Physiology of photosynthesis*. Moskva : Nauka, 1982. P. 7–33.
9. Prysiashniuk O. I., Storozhyk L. I., Zavorodnia S. V. Ecological plasticity of grain sorghum. *Novimi ahrotekhnolohii*. 2019. No. 7. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr_2019_7_11.
10. Rudnyk-Ivashchenko O. I., Storozhyk L. I. Status and prospects of sorghum crops in Ukraine. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*. 2011. No. 10. P. 198–206.
11. Photosynthetic productivity of sorghum crops depending on the fertilizer system / R. Ie. Hryshchenko et al. *Zernovi kultury*. 2020. No. 1. P. 122–129. DOI: <https://www.doi.org/10.31867/2523-4544/0115>.
12. Abdulraheem M. I., Ojeniyi S. O., Charles E. F. Integrated application of urea and sawdust ash: effect on soil chemical properties, plant nutrients and sorghum performance. *International Organization of Scientific Research-Journal of Agriculture and Veterinary science (IOSR-JAVS)*. 2012. No. 1 (4). P. 38–41.
13. Almodares A., Hotjatabady R. H., Miriam E. Effects of drought stress on biomass and carbohydrate contents of two sweet sorghum cultivars. *J. Environ. Biol.* 2013. Vol. 34. P. 585–589.
14. Assessing sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench] germplasm for new traits: food, fuels & unique uses / J. Dahlberg

et al. *Maydica*. 2011. Vol. 56-1750. P. 85–92.

15. Assessment of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) productivity under different weed control methods, mineral and nano fertilization / M. A. Goma'a et al. *Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.* 2020. Vol. 11 (1). P. 1–11.

16. Bagayoko M. Effects of plant density, organic matter and nitrogen rates on rice yields in the system of rice intensification (SRI) in the 'office du Niger' in Mali. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 2012. Vol. 7. No. 8. P. 620–632.

17. Cruickshank A. Sorghum Grain, Its Production and Uses: Overview. *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)*. 2016. Vol. 1. P. 153–158.

18. Diversity, genetic erosion and farmer's preference of sorghum varieties (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) growing in North–Eastern Benin / I. Dossou-Aminon et al. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2014. Vol. 3. Is. 10. P. 531–552.

19. Effect of time planting on cane yield and quality characters in sweet sorghum / V. Chamrathy et al. *Journal of sustainable bioenergy systems*. 2012. Vol. 2. P. 1–9. DOI: <https://www.doi.org/10.4236/jsbs.2012.21001>.

20. Fracasso A., Trindade L., Amaducci S. Drought tolerance strategies highlighted by two *Sorghum bicolor* accessions in a dry-down experiment. *J. Plant Phys.* 2016. No. 190. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.10.009>.

21. Genetic analysis and phenotypic characterization of leaf photosynthetic capacity in a sorghum (*Sorghum* spp.) diversity panel / S. Fernandez et al. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2015. Vol. 62. P. 939–950. DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s10722-014-0202-6>.

22. Harnessing genetic variation in leaf angle to increase productivity of sorghum bicolor / S. Truong et al. *Genetics*. 2015. Vol. 201. Is. 3. P. 1229–1238. DOI: <https://www.doi.org/10.1534/genetics.115.178608>.

et al. *Maydica*. 2011. Vol. 56-1750. P. 85–92.

15. Assessment of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) productivity under different weed control methods, mineral and nano fertilization / M. A. Goma'a et al. *Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.* 2020. Vol. 11 (1). P. 1–11.

16. Bagayoko M. Effects of plant density, organic matter and nitrogen rates on rice yields in the system of rice intensification (SRI) in the 'office du Niger' in Mali. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 2012. Vol. 7. No. 8. P. 620–632.

17. Cruickshank A. Sorghum Grain, Its Production and Uses: Overview. *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)*. 2016. Vol. 1. P. 153–158.

18. Diversity, genetic erosion and farmer's preference of sorghum varieties (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) growing in North–Eastern Benin / I. Dossou-Aminon et al. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2014. Vol. 3. Is. 10. P. 531–552.

19. Effect of time planting on cane yield and quality characters in sweet sorghum / V. Chamrathy et al. *Journal of sustainable bioenergy systems*. 2012. Vol. 2. P. 1–9. DOI: <https://www.doi.org/10.4236/jsbs.2012.21001>.

20. Fracasso A., Trindade L., Amaducci S. Drought tolerance strategies highlighted by two *Sorghum bicolor* accessions in a dry-down experiment. *J. Plant Phys.* 2016. No. 190. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.10.009>.

21. Genetic analysis and phenotypic characterization of leaf photosynthetic capacity in a sorghum (*Sorghum* spp.) diversity panel / S. Fernandez et al. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2015. Vol. 62. P. 939–950. DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s10722-014-0202-6>.

22. Harnessing genetic variation in leaf angle to increase productivity of sorghum bicolor / S. Truong et al. *Genetics*. 2015. Vol. 201. Is. 3. P. 1229–1238. DOI: <https://www.doi.org/10.1534/genetics.115.178608>.

23. Moseki B., Dintwe K. Effect of water stress on photosynthetic characteristics of two sorghum cultivars. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology, special issue*. 2011. P. 89–91.
24. Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum / D. Zhao et al. *European Journal of Agronomy*. 2005. Vol. 22. No. 3. P. 321–403. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.eja.2004.06.005>.
25. Prioritization of feasible physiological parameters in drought tolerance evaluation in sorghum: a grey relational analysis / N. Wang et al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2015. Vol. 102. No. 4. P. 457–464. DOI: <https://www.doi.org/10.13080/z-a.2015.102.059>.
26. Production and evaluation of transgenic sorghum for resistance to stem borer. / K. Visarada et al. *In Vitro Cellular and Developmental Biology. Plant*. 2014. Vol. 50 (2). P. 176–189. DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s11627-013-9561-5>.
27. Productivity and water use efficiency of sorghum [sorghum bicolor (L.) moench] grown under different nitrogen applications in Sudan Savanna Zone, Nigeria / H. A. Ajeigbe et al. *International Journal of Agronomy*. 2018. Vol. 2018. 11 p. DOI: <https://www.doi.org/10.1155/2018/7676058>.
28. Sweet sorghum ideotypes: genetic improvement of the biofuel syndrome / S. E. Anami et al. *Food Energy Secur.* 2015. No. 4. P. 159–177. DOI: <https://www.doi.org/10.1002/fes3.63>.
29. The prospect of sweet sorghum as the source for high biomass crop / S. Tang et al. *Agriculture Science Bottom*. 2018. Vol. 2. P. 5–11. DOI: <https://www.doi.org/10.35841/2591-7897.2.3.5-11>.
30. The relationship between plant height and sugar accumulation in the stems of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) / S. Shukla et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 203. P. 181–191. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.12.004>.
23. Moseki B., Dintwe K. Effect of water stress on photosynthetic characteristics of two sorghum cultivars. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology, Special issue*. 2011. P. 89–91.
24. Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum / D. Zhao et al. *European Journal of Agronomy*. 2005. Vol. 22. No. 3. P. 321–403. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.eja.2004.06.005>.
25. Prioritization of feasible physiological parameters in drought tolerance evaluation in sorghum: a grey relational analysis / N. Wang et al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2015. Vol. 102. No. 4. P. 457–464. DOI: <https://www.doi.org/10.13080/z-a.2015.102.059>.
26. Production and evaluation of transgenic sorghum for resistance to stem borer. / K. Visarada et al. *In Vitro Cellular and Developmental Biology. Plant*. 2014. Vol. 50 (2). P. 176–189. DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s11627-013-9561-5>.
27. Productivity and water use efficiency of sorghum [sorghum bicolor (L.) moench] grown under different nitrogen applications in Sudan Savanna Zone, Nigeria / H. A. Ajeigbe et al. *International Journal of Agronomy*. 2018. Vol. 2018. 11 p. DOI: <https://www.doi.org/10.1155/2018/7676058>.
28. Sweet sorghum ideotypes: genetic improvement of the biofuel syndrome / S. E. Anami et al. *Food Energy Secur.* 2015. No. 4. P. 159–177. DOI: <https://www.doi.org/10.1002/fes3.63>.
29. The prospect of sweet sorghum as the source for high biomass crop / S. Tang et al. *Agriculture Science Bottom*. 2018. Vol. 2. P. 5–11. DOI: <https://www.doi.org/10.35841/2591-7897.2.3.5-11>.
30. The relationship between plant height and sugar accumulation in the stems of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) / S. Shukla et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 203. P. 181–191. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.12.004>.

31. Yield stability of photoperiod sensitive sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) accessions under diverse climatic environments / A. L. Abdulai et al. *International Journal of Agricultural Research*. 2012. Vol. 7, No. 1. P. 17–32. DOI: <https://www.doi.org/10.3923/ijar.2012.17.32>.

31. Yield stability of photoperiod sensitive sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) accessions under diverse climatic environments / A. L. Abdulai et al. *International Journal of Agricultural Research*. 2012. Vol. 7, No. 1. P. 17–32. DOI: <https://www.doi.org/10.3923/ijar.2012.17.32>.

Отримано: 8 вересня 2022 р.

Погоджено до друку: 16 вересня 2022 р.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-5

УДК 635.21:631.526.32

В. Г. СЕМЕНЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

С. Д. МАКОВІЙЧУК, науковий співробітник

М. М. КОЛЕНЧУК, молодший науковий співробітник

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Крижанівського Богдана, 21-А, м. Чернівці, 58025,
e-mail: vsemenchuk15@gmail.com, buksaes@meta.ua

В. М. СЕНДЕЦЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

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

УРАЖЕННЯ НАСАДЖЕНЬ НАСІННЕВОЇ КАРТОПЛІ ВІРУСНИМИ ХВОРОБАМИ В ПРОЦЕСІ РЕПРОДУКУВАННЯ В РІЗНИХ ФІТОСАНІТАРНИХ УМОВАХ ВИРОЩУВАННЯ

При репродукуванні еліти зареєстрованих сортів картоплі в різних фітосанітарних умовах встановлено, що ураженість рослин картоплі вірусними хворобами залежала як від здатності генотипу сорту протистояти вірусній інфекції, так і від умов вирощування. При вирощуванні еліти до IV генерації в розсаднику базового насінництва показник ураження вірусними хворобами поступово зростав до 13,5%, проте загальна кількість хворих рослин не перевищувала вимог ДСТУ 4013-2001 щодо такої насінневої картоплі. При репродукуванні насінневої картоплі в умовах присадибного сектору спостерігали підвищення ураження посівів вірусними хворобами. За вирощування до II репродукції показники ураження перебували в межах чинного стандарту щодо такої насінневої картоплі. Проте при допустимому репродукуванні III–IV репродукцій ураження вірусними хворобами було вище допустимої норми на 0,5–2% залежно від сорту. Найбільш ураженим був сорт Околиця (20,5%), найменш ураженим – сорт Кіммерія (16%). Однак слід враховувати сприятливі кліматичні умови, що склалися в період проведення досліджень, які забезпечили подовження ефекту збереження якісних характеристик еліти.

Елітний насінневий матеріал картоплі при його репродукуванні в розсаднику базового насінництва до III репродукції суттєво не втрачає своєї якості. Проте, враховуючи нові вимоги до насінневої картоплі, затвержені наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України № 384 від 12.07.2019 р., картоплю, одержану від вирощування III та IV репродукцій, можна використовувати лише на товарні цілі. За вирощування насінневої

© Семенчук В. Г., Маковійчук С. Д.,
Коленчук М. М., Сендецький В. М., 2022

картоплі в умовах присадибного сектору ураження насаджень вірусними хворобами призводить до зниження якості насіння III–IV репродукцій, що негативно впливає на продуктивність насінневої картоплі.

Отже, після репродукування еліти до II репродукції необхідно проводити сортооновлення. Рекомендовано спосіб сортооновлення, який передбачає проведення поступового щорічного оновлення насіння класу еліта в кількості 10% від потреби господарства.

Ключові слова: картопля, репродукція, розсадник базового насінництва, присадибний сектор, сортооновлення.

**Valentina Semenchuk¹, Svitlana Makoviichuk¹, Marina Kolenchuk¹,
Volodymyr Sendetsky²**

¹Bukovyna state agricultural experimental station of Institute of agriculture of Carpathian region of National academy of agrarian sciences of Ukraine

²Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Infection of seed potato plantings by viral diseases during reproduction in various phytosanitary growing conditions

When reproducing the elite of registered potato varieties in various phytosanitary conditions, it is established, that potato plants infestation with viral diseases depended on a variety genotype's ability to resist the viral infection, as well as on growing conditions. When growing elite to the fourth generations in the basic seed production nursery, the viral diseases infestation indicator gradually increases from 0 to 13.5%, however the general number of diseased plants does not exceed the DSTU (National Standard of Ukraine) 4013-2001 requirements for such seed potatoes. At seed potato reproducing in condition of homestead sector, the increase of crops infestation with viral diseases is observed. When growing to the second reproduction, the infestation indicators stayed within the current standard for such seed potato. Nevertheless, at the acceptable reproducing the third-fourth reproduction, the infestation with viral diseases was above the allowable norm on 0.5-2% depending on the variety. The most affected one was the variety Okolytsia (20.5%), the least affected – variety Kimmeriia (16%). Besides, one should consider favorable climatic conditions prevailing during the research period, which provided the effect prolongation of maintaining the elite qualitative characteristics.

The elite potato seed material at its reproducing in the basic seed production nursery up to the third reproduction does not significantly lose its quality. However, considering the new requirements for seed potato, approved by order No. 384 of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated July 12, 2019, the potato obtained from third- and fourth reproduction cultivating may only be used for commercial purposes. The plantations infestation with viral diseases leads to quality reduction of third-fourth reproduction, which in turn will negatively affect the seed potato productivity.

Hence, after elite reproducing to the second reproduction, it is necessary to carry out the varietal renewal. A method of variety update is recommended, which

Keywords: potato, reproduction, basic seed production nursery, homestead sector, varietal renewal.

Вступ. Вірусні хвороби є одним з основних чинників зниження ефективності картоплярства. В літературі описано більше 30 фітовірусів, які також мають велику кількість штамів, 6–9 із них завдають великої шкоди через значне поширення й зниження урожайності [22, 25, 31].

Ці захворювання викликають залежно від виду вірусів, погодних умов, агротехнологічних заходів, строків появи захворювання, стійкості сортів значне зниження врожайності та вмісту крохмалю в бульбах. У зв'язку з тим, що вірусні хвороби передаються через хворі бульби, без постійної заміни садивної картоплі на здоровий насінневий матеріал відбувається значне зниження продуктивності посіву. Навіть у I репродукції оздоровленого насінневого матеріалу врожайність може знижуватись на 25%. 1% рослин картоплі, уражених тяжкими вірусами, викликає зниження врожайності на 0,6–0,5% [5–9]. Особливо високу шкідливість мають такі фітопатогенні віруси, як ВСЛК, УВК (різні штами), МВК. При сильному поширенні цих патогенів втрати врожаю можуть досягати 50–80%. Велика шкодочинність ВСЛК, УВК, МВК, які викликають важкі й середні форми вірусного ураження рослин картоплі, пояснюється тим, що вони мають властивість швидко поширюватись переносниками, наприклад, зеленою персиковою попелицею (*Myzus persicae*). Ці види вірусів завжди передаються потомству через бульби і спричинюють важкі й середні форми вірусних уражень на рослинах [19, 22, 25].

Вірусологи вважають, що на перебіг вірусних хвороб картоплі значною мірою впливають екологічні фактори. Їхня негативна дія виявляється не тільки безпосереднім погіршенням насінницьких якостей бульб, а й зменшенням стійкості рослин проти вірусних хвороб. Уражені вірусами організми активно борються із захворюванням. Закінчення цієї боротьби залежить не тільки від внутрішніх факторів, що зумовлюють імунність рослин, а й від різних факторів зовнішнього середовища [2].

Одним з основних чинників, що попереджають інтенсивне інфікування картоплі під час її вирощування, є розміщення насаджень у найсприятливіших фітосанітарних умовах щодо наявності активних переносників вірусів [4, 16, 19]. Також вагомим чинником є сорт,

передусім його стійкість до різноманітних патогенів картоплі. Вірусостійкі сорти картоплі надійно забезпечують реалізацію у виробництві генетичного потенціалу сорту, а також ефективність насінницьких прийомів. Нестійкі проти вірусної інфекції сорти швидко втрачають свою продуктивну здатність [23, 24, 28, 27].

Встановлено, що в разі вирощування картоплі в умовах просторової ізоляції від джерел та переносників вірусної інфекції насіннєвий матеріал, вільний від *X*-, *M*-, *S*-вірусів за результатами серодіагностики, можна підтримувати в здоровому стані протягом трьох років репродукування [3, 17, 29].

Вважають, що просторова ізоляція щодо інфекційного фону має бути не меншою 500 м. Рівень інфекційного фону ентомофільних вірусів знижується пропорційно квадрату відстані від джерел інфекції [1, 9, 21, 30].

Вказані результати досліджень отримано здебільшого за репродукування насіннєвої картоплі на великих ділянках у полях сівозміни, що певною мірою запобігає інтенсивному ураженню рослин картоплі фітопатогенами, зокрема, вірусами [15, 26].

Через зосередження виробництва картоплі в приватному секторі на дрібних ділянках утворюється підвищений інфекційний фон, але питання зміни продуктивності та якісних показників еліти реєстрованих сортів картоплі в процесі репродукування мало досліджено.

Мета роботи – визначити зміни якісних характеристик базового та сертифікованого насіння картоплі в процесі репродукування в різних фітосанітарних умовах вирощування.

Матеріали і методи. Польові досліді закладали в селекційно-насінницькій сівозміні Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Попередник – пшениця озима. Ґрунт – чорнозем важкосуглинковий, що містить 10 мг P_2O_5 , 17 мг K_2O та 15,4 мг NO_3 на 100 г ґрунту. Агротехніка вирощування картоплі загальноприйнята для зони. Восени після збирання попередника проведено лушення стерні, зяблеву оранку, рано навесні – культивуацію з боронуванням. Внесення мінеральних добрив $N_{80}P_{80}K_{80}$ д. р. з подальшою культивуацією та нарізкою борозен. Садіння картоплі на дослідних ділянках здійснювали вручну в другій декаді квітня, після чого провели міжрядний обробіток із формуванням гребенів, внесли досходовий гербіцид «Зенкор», 1 кг/га, та виконали міжрядний обробіток із підгортанням рослин. Проти колорадського жука провели

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)
 обприскування препаратом «Кораген», 60 г/га, а проти фітофторозу – препаратом «Квадріс», 600 г/га. За два тижні до збирання – скошили картоплиння. Упродовж вегетаційного періоду візуально визначали ураження рослин вірусними хворобами шляхом підрахунку їх на обліковій ділянці.

Схема досліду:

1. *Фактор А* – сорти картоплі: Арія, Кіммерія, Околиця, Случ.
 2. *Фактор В* – місце вирощування:
 - а) в розсаднику базового насінництва картоплі в ізоляції від джерел та переносників вірусних хвороб;
 - б) в умовах присадибного сектору – приватна ділянка.
- Облікова площа – 25 м². Повторність – триразова. Метод накладання.

Всі обліки та спостереження проводили згідно з методичними рекомендаціями щодо проведення досліджень із картоплею [10, 12, 13, 14].

Результати та обговорення. При репродукуванні еліти сортів картоплі, внесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, в різних фітосанітарних умовах встановлено, що ураженість рослин картоплі вірусними хворобами залежала як від здатності генотипу сорту протистояти вірусній інфекції, так і від умов вирощування. Ураження рослин картоплі вірусними хворобами в умовах присадибного сектору було дещо вищим порівняно з рослинами, які вирощувались в розсаднику базового насінництва. При репродукуванні еліти до IV репродукції в розсаднику базового насінництва показник ураження вірусними хворобами поступово зростав до 13,5% (табл. 1).

1. Ураженість сортів картоплі вірусними хворобами в розсаднику базового насінництва в процесі репродукування

Сорт	Репродукція висадженого матеріалу	Ураженість вірусними хворобами, %					
		легкими		важкими		усього	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7	8
Арія	<i>Еліта</i>	1,5	2,0	0,5	0,5	2,0	2,5
	<i>I репродукція</i>	2,5	2,5	1,5	2,0	4,0	4,5
	<i>II репродукція</i>	3,0	3,5	1,5	2,0	4,5	5,5
	<i>III репродукція</i>	4,5	4,0	2,0	5,0	6,05	9,0
	<i>IV репродукція</i>	–	8,0	–	4,0	–	12,0

1	2	3	4	5	6	7	8
Кіммерія	<i>Еліта</i>	1,0	1,5	0	0,5	1,0	2,0
	<i>I репродукція</i>	3,0	4,5	1,5	1,5	4,5	6,0
	<i>II репродукція</i>	4,5	5,0	1,0	2,0	7,5	7,0
	<i>III репродукція</i>	6,0	5,5	1,5	3,5	5,5	9,0
	<i>IV репродукція</i>	–	6,5	–	4,5	–	11,0
Околиця	<i>Еліта</i>	1,0	2,0	0,5	0,5	1,5	2,5
	<i>I репродукція</i>	2,5	3,0	1,0	1,0	3,5	4,0
	<i>II репродукція</i>	3,5	4,5	2,0	2,5	5,5	7,0
	<i>III репродукція</i>	6,5	6,0	1,5	3,0	8,0	9,0
	<i>IV репродукція</i>	–	7,5	–	6,0	–	13,5
Случ	<i>Еліта</i>	1,0	1,5	0,5	0,5	1,5	2,0
	<i>I репродукція</i>	2,5	2,5	1,5	2,0	4,0	4,5
	<i>II репродукція</i>	3,5	4,0	1,5	1,5	5,0	5,5
	<i>III репродукція</i>	6,5	5,5	2,0	2,5	8,5	8,0
	<i>IV репродукція</i>	–	6,5	–	5,0	–	11,5

Ураження насаджень еліти в розсаднику базового насінництва перебувало в межах 1,0–2,5%, I репродукції – 3,5–4,5%, II – 4,5–7,0%, III – 5,5–9,0%, IV – 11,5–13,5%, проте загальна кількість хворих рослин не перевищувала вимог ДСТУ 4013-2001 щодо такої насінневої картоплі [16].

При репродуванні насінневої картоплі в умовах присадибного сектору спостерігалось підвищення ураження насаджень вірусними хворобами. При вирощуванні еліти до II репродукції показники ураження утримувались у межах чинного стандарту щодо такої насінневої картоплі (еліта – 2,5–3,5%, I репродукції – 5,5–7,0%, II репродукції – 5,0–9,0%). Проте при репродуванні III–IV репродукцій ураження вірусними хворобами було вище допустимої норми на 0,5–2% залежно від сорту (табл. 2).

Найбільш ураженим був сорт Околиця (20,5%), найменш – Кіммерія (16%). Однак слід враховувати сприятливі кліматичні умови, що склалися в період проведення досліджень, які забезпечили подовження ефекту збереження якісних характеристик еліти.

2. Ураженість насаджень сортів картоплі вірусними хворобами в умовах присадибного сектору в процесі репродукування

Сорт	Репродукція висадженого матеріалу	Ураженість вірусними хворобами, %					
		легкими		важкими		всього	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
Арія	<i>Еліта</i>	2,0	2,0	0,5	0,5	2,5	2,5
	<i>I репродукція</i>	3,5	3,5	1,5	2,0	5,0	5,5
	<i>II репродукція</i>	3,5	4,5	1,5	3,0	5,0	7,5
	<i>III репродукція</i>	7,5	8,0	2,0	4,5	9,5	12,5
	<i>IV репродукція</i>	–	11,5	–	5,0	–	16,5
Кіммерія	<i>Еліта</i>	2,0	2,5	1,0	0,5	3,0	3,0
	<i>I репродукція</i>	4,5	4,0	1,0	1,5	5,5	5,5
	<i>II репродукція</i>	4,5	5,5	1,5	2,5	6,0	8,0
	<i>III репродукція</i>	8,0	7,5	1,5	4,0	9,5	11,5
	<i>IV репродукція</i>	–	10,0	–	6,0	–	16,0
Околиця	<i>Еліта</i>	2,5	2,5	1,0	0,5	3,5	3,0
	<i>I репродукція</i>	3,5	5,0	2,0	2,0	5,5	7,0
	<i>II репродукція</i>	3,0	4,5	2,0	2,5	5,0	9,0
	<i>III репродукція</i>	8,0	10,5	2,0	2,5	10,0	13,0
	<i>IV репродукція</i>	–	14,0	–	6,5	–	20,5
Случ	<i>Еліта</i>	2,0	2,0	1,5	0,5	3,5	2,5
	<i>I репродукція</i>	4,0	4,5	1,5	2,0	5,5	6,5
	<i>II репродукція</i>	3,5	4,0	2,0	2,5	5,5	6,5
	<i>III репродукція</i>	8,5	11,0	2,0	5,5	10,5	16,5
	<i>IV репродукція</i>	–	11,5	–	6,0	–	17,5

Висновки. Елітний насінневий матеріал картоплі при репродукуванні в розсаднику базового насінництва до III репродукції суттєво не втрачає своєї стійкості до вірусних хвороб. Проте, враховуючи нові вимоги до насінневої картоплі, затверджені наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України № 384 від 12.07.2019 р., картоплю, одержану від вирощування III та IV репродукцій, можна використовувати лише на товарні цілі.

За розмноження насінневої картоплі в умовах присадибного сектору ураження насаджень вірусними хворобами призводить до зниження якості насіння III–IV репродукцій, що негативно впливає на продуктивність насаджень.

Після репродукування еліти до II репродукції рекомендуємо проводити сортооновлення, яке охоплює проведення поступового

Список використаної літератури

1. Бондарчук А. А., Вишнеvsька О. В., Олійник Т. М. Методи контролю якості та заходи зниження повторного зараження вірусами насіннєвого матеріалу картоплі : наук.-метод. рекомендації. Немішаєве : ФОП Корзун, 2015. С. 47.
2. Бондарчук А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Біла Церква, 2010. 400 с.
3. Верменко Ю. Я. Вирощування здорового вихідного матеріалу для добору клонів. *Картоплярство*. 1978. Вип. 9. С. 38–43.
4. Верменко Ю. Я., Молоцький М. Я. Причини виродження картоплі і заходи боротьби з ними. *Картопля*. 2002. Т. 1. С. 376–395.
5. Вивчення колекції картоплі на стійкість до вірусних хвороб в умовах Лісостепу України / Ю. М. Харченко та ін. *Картоплярство* : міжвідом. темат. наук. зб. 2019. Вип. 44. С. 71–93.
6. Вишнеvsька О. В. Вірусні хвороби картоплі. *Плантатор*. 2018. № 3. С. 76–78.
7. Вишнеvsька О. В., Костянець М. І., Столярчук Л. В. Вплив різних строків десикації картоплиння на насіннєву продуктивність та ураженість вірусними інфекціями оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі в умовах Південного Полісся України. *Картоплярство України*. 2017. № 2. С. 22–28.
8. Відтворення оригінального насіння та еліти сортів картоплі в умовах гірської зони Карпат / В. М. Шуста та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54. Ч. I. С. 79–83.
9. Демкович Я. Б. Ураженість вірусними хворобами найбільш поширених на Поліссі та в Лісостепу України сортів картоплі в елітних насадженнях. *Картоплярство*. 2014. Вип. 42. С. 75–96.

References

1. Bondarchuk A. A., Vyshnevskaya O. V., Oliinyk T. M. Methods of quality control and measures to reduce re-infection with viruses of potato seed material: nauk.-metod. rekomend. Nemishaieva : FOP Korzun, 2015. P. 47.
2. Bondarchuk A. A. Scientific basis of potato seed growing in Ukraine. Bila Tserkva, 2010. P. 264–286.
3. Vermenko Yu. Ia. Growing the healthy source material for clones selection. *Kartopliarstvo*. 1978. Is. 9. P. 38–43.
4. Vermenko Yu. Ia., Molotskiy M. Ia. Causes of potato degeneration and the prevention measures. *Kartoplia*. Vol. 1. 2002. P. 376–395.
5. Study of potato collection on resistance to viral diseases in the conditions of Forest steppe of Ukraine / Yu. M. Kharchenko et al. in. *Kartopliarstvo* : mizhvidom. temat. nauk. zb. 2019. Is. 44. P. 71–93.
6. Vyshnevskaya O. V. Potato viral diseases. *Plantator*. 2018. No. 3. P. 76–78.
7. Vyshnevskaya O. V., Kostianets M. I., Stoliarchuk L. V. The effect of various terms of potato tops desiccation on seed production and viral infections infestation of healthy potato seed material in condition of southern Polissya of Ukraine. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2017. No. 2. P. 22–28.
8. Reproduction of original seeds and elite of potato varieties in mountainous conditions of Carpathian region / V. M. Schusta et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2012. Is. 54. Part I. P. 79–83.
9. Demkovych Ya. B. Incidence of viral diseases in the most widespread potato varieties in the elite planting in Polissya and of Forest steppe of Ukraine. *Kartopliarstvo* : mizhvidom. temat. nauk. zb. 2014. Is. 42. P. 75–96.
10. DSTU 4013-2001. Varietal and sowing qualities of seed potato. [Chynnyi vid

10. ДСТУ 4013-2001. Сортові та посівні якості картоплі насінневої. [Чинний від 01.01.2002]. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 18 с.
11. Ермантраут Е. Р. Екологічна стабільність і пластичність сортів картоплі на Поліссі. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2015. № ¾ (28/29). С. 12–17.
12. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко Л. І. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6.0. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.
13. Методичні рекомендації щодо досліджень з картоплею / В. С. Куценко та ін. Немішаєве : Інститут картоплярства, 2002. 182 с.
14. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України «Про затвердження Методичних вимог у сфері насінництва щодо збереження сортових та посівних якостей насінневої картоплі» № 384 від 12.07.2019 р.
15. Оцінка фітосанітарного стану насаджень добазової насінневої картоплі, векторне навантаження та видовий склад вірусів / О. В. Вишневіська та ін. *Картоплярство* : міжвідом. темат. наук. зб. 2016. Вип. 43. С. 36–46.
16. Плотницька О. В., Верменко Ю. Я. Продуктивність насінневої картоплі залежно від фітосанітарних умов вирощування. *Картоплярство* : міжвідом. темат. наук. зб. 2007. Вип. 36. С. 74–78.
17. Плотницька О. В., Верменко Ю. Я., Тимко Л. В. Продуктивність оздоровленого насінневого матеріалу картоплі залежно від умов репродукування еліти. *Картоплярство* : міжвідом. темат. наук. зб. 2009. Вип. 39. С. 69–77.
18. Подгаєцький А., Коваленко В. Продуктивність сортів картоплі селекції Інституту картоплярства НААН України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія: Агрономія. 2013. № 17 (2). С. 196–202.
19. Результати моніторингу переносників та заходи боротьби з 01.01.2002]. Київ : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2001. 18 p.
11. Ermantraut E. R. Ecologic stability and plasticity of potato varieties in Polissya. *Sortovyvchennya ta okhorona prav na sorty rosllyn*. 2015. No. ¾ (28/29). P. 12–17.
12. Ermantraut E. R., Prysiazhniuk O. I., Shevchenko L. I. Statistical analysis of agronomic research data in the package STATISTICA 6.0. Kyiv : PolihrafKonsalting, 2007. 55 p.
13. Methodologic recommendations on potato research / V. S. Kutsenko et al. Nemishaieve : Instytut kartopliarstva, 2002. 182 p.
14. Nakaz Ministerstva aharnoї polityky ta prodovolstva Ukrainy «On Methodic Requirements Approval in Sphere of Seed Production, Concerning the Maintenance of Seed Potato Varietal and Sowing qualities» № 384 vid 12.07.2019 r.
15. Estimation of phytosanitary condition of presown seed potato plantations, vector loading and species composition of viruses / O. V. Vyshnevskya ta in. *Kartopliarstvo* : mizhvidom. temat. nauk. zb. 2016. Is. 43. P. 36–46.
16. Plotnytska O. V., Vermenko Yu. Ya. Seed potato productivity due to cultivating phytosanitary conditions *Kartopliarstvo* : mizhvidom. temat. nauk. zb. 2007. Is. 36. P. 74–78.
17. Plotnytska O. V., Vermenko Yu. Ya., Tymko L. V. The recovered potato seed material productivity, depending on elite reproduction conditions. *Kartopliarstvo* : mizhvidom. temat. nauk. zb. 2009. Is. 39. P. 69–77.
18. Podhaietskyi A., Kovalenko V. The productivity of potato varieties by Institute of Potato production of NAAS of Ukraine. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu*. Serii: Ahronomiia. 2013. No. 17 (2). P. 196–202.
19. Results of vectors monitoring and preventive measures for potato viral diseases in Polissya zone / A. A. Bodnarchuk ta in. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2020. Is. 67 (II). P. 8–28.

- вірусними хворобами картоплі в зоні Полісся / А. А. Боднарчук та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (II). С. 8–28.
20. Рязанцев В. Б., Верменко Ю. Я. Оптимізація окремих процесів насінництва картоплі. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 11. С. 24–26.
21. Тенденції сучасного картоплярства в світі та Україні / Н. С. Кожушко та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Агрономія і біологія. 2014. № 9. С. 131–136.
22. Тимко Л. В., Фурдига М. М., Верменко Ю. Я. Адаптивні властивості різних сортів картоплі в умовах Правобережного Полісся України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2018. № 2. С. 224–229.
23. Урожайність та насіннева продуктивність оздоровленого різнофракційного насінневого матеріалу картоплі залежно від регуляторів росту рослин та різної густоти садіння картоплі / О. В. Вишнеvsька та ін. *Картоплярство : міжвідом. темат. наук. зб.* 2020. Вип. 45. С. 64–79.
24. Характеристика нових сортів картоплі Української селекції за комплексом господарсько цінних ознак / Н. В. Писаренко та ін. *Картоплярство : міжвідом. темат. наук. зб.* 2020. Вип. 45. С. 49–63.
25. 125 років досліджень з картоплярства в Україні : наукові статті / П. С. Теслюк та ін. Луцьк : АРТ-студія, 2015. 156 с.
26. Lacomme C., Jacquot E. General Characteristics of Potato virus Y (PVY) and Its Impact on Potato Production: An Overview. In: Lacomme C., Glais L., Bellstedt D., Dupuis B., Karasev A., Jacquot E. (eds) *Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management*. *J. Gen. Virology*. 2017. Vol. 34. No. 2. P. 475–483.
27. Pallás V., Sánchez-Navarro J. A., James D. Recent advances on the multiplex molecular detection of plant viruses and
20. Riazansev V. B., Vermenko Yu. Ia. Seed potato productivity due to cultivating phytosanitary conditions. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 1996. No. 11. P. 24–26.
21. Tendencies of modern potato grown in the world and to Ukraine / N. S. Kozhushko ta in. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Serii: Ahronomiia i biolohiia. 2014. No. 9. P. 131–136.
22. Tymko L. V., Fudryha M. M., Vermenko Yu. Ya. Adaptive properties of various potato varieties in conditions of Right-bank Polissya of Ukraine. *Plant Varieties Studying and protection*. 2018. No. 2. P. 224–229.
23. Yield capacity and seed productivity of improved seed potato material of different fractions depending on plant growth regulators and different potato planting density / O. V. Vyshnevskaya ta in. *Kartopliarstvo : mizhvidom. temat. nauk. zb.* 2020. Is. 45. P. 64–79.
24. Characteristics of new variety varieties of Ukrainian selection by complex of economic and value traits / N. V. Pysarenko ta in. *Kartopliarstvo : mizhvidom. temat. nauk. zb.* 2020. Is. 45. P. 49–63.
25. 125 years of potato production research in Ukraine : naukovi statii / P. S. Tesliuk et al. Lutsk : ART-studiia, 2015. 156 p.
26. Lacomme C., Jacquot E. General Characteristics of Potato virus Y (PVY) and Its Impact on Potato Production: An Overview. In: Lacomme C., Glais L., Bellstedt D., Dupuis B., Karasev A., Jacquot E. (eds) *Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management*. *J. Gen. Virology*. 2017. Vol. 34. No. 2. P. 475–483.
27. Pallás V., Sánchez-Navarro J. A., James D. Recent advances on the multiplex molecular detection of plant viruses and viroids. *Frontiers in Microbiology*. 2018. No. 9. P. 2087. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02087.
28. Rajeevkumar S., Anunanthini P., Sathishkumar R. Epigenetic silencing in

- viroids. *Frontiers in Microbiology*. 2018. No. 9. P. 2087. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02087.
28. Rajeevkumar S., Anunanthini P., Sathishkumar R. Epigenetic silencing in transgenic plants. *Front. Plant Sci.* 10 September 2015. DOI: 10.3389/fpls.2015.00693.
29. RNA-Seg analysis of resistant and susceptible potato varieties during the early stages of potato virus Y infection / A. Goyer, L. Hamlin, J. Grosslin et al. *BMC Genomics*. 2015. Vol. 16. P. 472. DOI: 10.1186/s12864-015-1666-2.
30. Seed tuber degeneration in potato: the need for a new research and development paradigm to mitigate the problem in developing countries / S. Thomas-Sharma, A. Abdurahman, S. Ali et al. *Plant Pathol.* 2016. Vol. 65. P. 3–16. DOI: 10.1111/ppa.12439.
31. Zahn V. Ergebnisse der Kartoffelvirustestung in der Saison 2013/2014 / Landwirtschaftskammer Niedersachsen Pflanzenschutzamt. Hannover, 2014. URL: <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/505/article/24333.html>.
- transgenic plants. *Front. Plant Sci.* 10 September 2015. DOI: 10.3389/fpls.2015.00693.
29. RNA-Seg analysis of resistant and susceptible potato varieties during the early stages of potato virus Y infection / A. Goyer, L. Hamlin, J. Grosslin et al. *BMC Genomics*. 2015. Vol. 16. P. 472. DOI: 10.1186/s12864-015-1666-2.
30. Seed tuber degeneration in potato: the need for a new research and development paradigm to mitigate the problem in developing countries / S. Thomas-Sharma, A. Abdurahman, S. Ali et al. *Plant Pathol.* 2016. Vol. 65. P. 3–16. DOI: 10.1111/ppa.12439.
31. Zahn V. Ergebnisse der Kartoffelvirustestung in der Saison 2013/2014 / Landwirtschaftskammer Niedersachsen Pflanzenschutzamt. Hannover, 2014. URL: <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/505/article/24333.html>.

Отримано: 27 липня 2022 р.
Погоджено до друку: 16 серпня 2022 р.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-6

УДК 633.16:631.527

М. І. ТЕРЛЕЦЬКА, Г. Я. БІЛОВУС, кандидати сільськогосподарських наук

Р. В. ІЛЬЧУК, доктор сільськогосподарських наук

В. Я. ЯРЕМКО, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

e-mail: mari-ter@ukr.net

ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УМОВАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Ячмінь озимий є провідною зернофуражною, продовольчою та кормовою культурою. Як і пшениця, відіграє провідну роль у вирішенні зернової проблеми України. За посівною площею та врожайністю він посідає четверте місце серед зернових культур у світовому землеробстві після пшениці, кукурудзи й рису. Посівна площа ячменю на земній кулі становить майже 75 млн га, з них на ячмінь озимий припадає приблизно 10%. В Україні ячмінь озимий рекомендовано до вирощування в 14 областях. Завдяки ранньому виходу в трубку він добре використовує зимові запаси вологи, тому навіть у посушливі роки на легких ґрунтах забезпечує відносно високі врожаї. Для проростання насіння ячмінь потребує 48–50% води, тоді як пшениця – 55%, а овес – 65%. Коефіцієнт транспірації цієї культури дещо нижчий, ніж інших зернових. Опادي в період колосіння – наливу зерна сприяють формуванню високої врожайності. Ячмінь менш вимогливий до вологи, ніж ранні зернові культури. Завдяки пливчастості зерна ячмінь озимий довго зберігає схожість, що актуально в умовах довготривалої осінньої посухи. Прохолодна погода у квітні – травні, що в останні роки спостерігається в нашому регіоні, сприяє доброму продовженню кушіння ячменю при слабкому ураженні листків хворобами й запобігає ранньому вступу рослин у фазу виходу в трубку. В таких умовах формується нормально розвинений посів, що не уражується хворобами й не вилягає після колосіння. Один з основних факторів одержання високих і стійких урожаїв озимого ячменю – добір сортів, здатних забезпечити сталі збори зерна за будь-яких погодних умов. Особливо важливо в кожному господарстві вирощувати 2–3 сорти, різні за екологічними ознаками, що гарантує максимальну врожайність. Тому ми й намагаємось провести оцінювання декількох сортів, які б були найпродуктивнішими в цих кліматичних умовах.

Представлено результати трирічних досліджень сортів ячменю озимого екологічного розсадника. Селекційну роботу проводили у відділі селекції сільськогосподарських культур. Екологічний розсадник сортів ячменю

© Терлецька М. І., Біловус Г. Я.,
Ільчук Р. В., Яремко В. Я., 2022

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)
озимого закладено у 2018 р. Предметом досліджень були 9 сортів ячменю озимого. Стандарт – сорт Збруч.

Початок сходів ячменю озимого спостерігали 11–14 листопада 2018–2020 рр. Повні сходи відмічено через 4–5 днів. Оцінка виходу рослин ячменю із зими становила 7–9 балів. Висота рослин ячменю озимого – від 10 до 15 см.

Мета нашої роботи полягає в тому, щоб виділити сорти ячменю озимого із стабільно високими ознаками продуктивності в наших умовах.

Статистичний аналіз даних урожайності провели дисперсійним методом в програмі «Microsoft Excel».

Показники структури врожаю та технологічної якості зерна сортів ячменю озимого визначали також за такими показниками, як довжина колоса, довжина стебла, кількість зерен у колосі, маса зерна в колосі, маса 1000 зерен, натура зерна. Натура – це маса 1 л зерна, виражена в грамах. Замість терміна «натура» в минулому і нерідко нині вживають терміни «натурна вага», «натура зерна», «об'ємна маса». Натуру визначали на літрової пурці з падаючим вантажем. Чим вища натура зерна, тим більше в ньому корисних речовин, тим воно якісніше. Натура зерна дає уявлення про виповненість зерна, що має велике технологічне значення. Виповнене зерно добре розвинене, у нього великий відсоток припадає на частку ендосперму. При несприятливих умовах формування зерна маса його оболонки порівняно з масою ендосперму зростає, а маса ендосперму знижується, що веде, у свою чергу, до зниження виходу готової продукції (борошна, крупи та ін.). Натура пов'язана із засміченістю зерна й залежить від кількості й характеру домішок. Легкі домішки (органічні) помітно знижують натуру, а мінеральні збільшують її. Однак у більшості партій зерна наявність домішок загалом зменшує натуру. При зволоженні натура зерна зменшується, оскільки відбувається збільшення об'єму зерна за рахунок його набухання, а щільність зменшується, наближаючись до одиниці. Крім того, вологість знижує сипкість зерна. Натура залежить від стану поверхні зерна: шорстка поверхня знижує щільність його укладання та, отже, зменшує натуру. Зазвичай цей показник дає повну оцінку якості зерна в комплексі з іншими, як, наприклад, маса 1000 зерен, вологість, засміченість.

Масу 1000 насінин обчислюють множенням на 10 середньоарифметичної маси (x) 100 шт. Від насіння основної культури відраховують без вибирання два повтори по 500 насінин і кожен зважують із потрібною точністю. Недостатню кількість насінин беруть з аналізування чистоти або із середньої проби. Обчислюють середньоарифметичне мас обох повторів, їхню суму, а також фактичну розбіжність між ними. Остання не має перевищувати 3% від середньоарифметичного.

Аналіз показників структури врожаю дає змогу до певної міри встановити, які ознаки мають більший вплив на продуктивність рослин, і виділити сорти з цінними ознаками для їх активного залучення в селекційний процес. За довжиною колоса вирізнялися сорти Гладіатор (8,6 см) і Збруч (8,3 см), за кількістю зерен у колосі – Збруч (49,0 шт.) і Снігова королева (50,0 шт.), за масою зерна в колосі – ці самі сорти, відповідно, 2,18 і 2,37 г, за

масою 1000 зерен – Снігова королева (50,3 г) і Достойний (49,7 г), а за натурною масою зерна – Дев’ятий вал (591 г/л), Дарій (600 г/л) і Снігова королева (632 г/л). Найвищої продуктивності в досліджуваних умовах (4,4–3,8 т/га) досягли сорти Снігова королева, Дев’ятий вал та Збруч.

Ключові слова: ячмінь озимий, зразок, сорт, урожайність, кількісна ознака, сортовипробування.

Mariia Terletska, Halyna Bilovus, Roman Ilchuk, Vasyi Yaremko

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Evaluation of productivity of cultivars of winter barley in the conditions of the Carpathian

Winter barley is a leading forage, food and fodder crop. As well as wheat, it plays a leading role in solving the grain problem of Ukraine. In terms of sown area and yield, it ranks fourth among cereals in world agriculture after wheat, corn and rice. The sown area of barley on the globe is almost 75 million hectares, of which winter barley accounts for about 10%. In Ukraine, winter barley is recommended for cultivation in 14 regions. Due to the early entry into the tube, it makes good use of winter moisture reserves, so even in dry years on light soils provides relatively high yields. Barley needs 48–50% of water to germinate, while wheat needs 55% and oats 65%. The transpiration coefficient of this crop is slightly lower than that of other cereals. Precipitation during the period of earing – pouring of grain contributes to the formation of high yields. Barley is less demanding on moisture than early cereals. Due to the filmy nature of the grain, winter barley retains its germination for a long time, which is quite relevant in conditions of long-term autumn drought. The cool weather in April – May, which has been observed in our region in recent years, contributes to a good continuation of barley tillering with weak damage to the leaves by diseases and prevents early entry of plants into the phase of tube entering. In such conditions, a normally developed crop is formed, which is not affected by diseases and does not lay down after earing. One of the main factors in obtaining high and stable harvests of winter barley is the selection of varieties capable of ensuring stable grain harvests under any weather conditions. It is especially important to grow 2–3 varieties of different ecological characteristics in each farm, which guarantees the maximum yield. That is why we are trying to evaluate several varieties that would be the most productive in these climatic conditions.

The results of three-year studies on the winter barley varieties in ecological nursery are presented. Selection work was carried out in the department of selection of agricultural crops. An ecological nursery of winter barley varieties was established in 2018. The subject of research was 9 varieties of winter barley. Standard – variety Zbruch.

The beginning of winter barley sprouting was observed on November 11–14, 2018–2020. Complete sprouting was noted after 4–5 days. The evaluation of winter barley plants yield was 7–9 points. The height of winter barley plants was from 10 to 15 cm.

The goal of our work is to identify varieties of winter barley with consistently high performance characteristics in our conditions. Statistical analysis of yield data was carried out using the dispersion method in the Microsoft Excel program. Indicators of crop structure and technological quality of winter barley grain varieties was also determined by such indicators as the length of the ear, the length of the stem, the number of grains in the ear, the weight of the grain in the ear, the weight of 1000 grains, the nature of the grain. Nature is the mass of 1 liter of grain, expressed in grams. Instead of the term "nature" in the past and often in the present tense, the terms "natural weight", "nature of grain", "volumetric mass" are used. Nature was determined on a liter purka with a falling load. The higher the nature of the grain, the more useful substances it contains, the better it is. The nature of the grain gives an idea of the fullness of the grain, which is of great technological importance. The mature grain is well developed, it has a large percentage of endosperm. Under unfavorable conditions of grain formation the weight of its shells increases compared to the weight of the endosperm, and the weight of the endosperm decreases, which, in turn, leads to a decrease in the yield of final products (flour, groats, etc.). The nature is related to grain clogging and depends on the amount and nature of impurities. Light impurities (organic) significantly reduce the nature, and mineral – increase it. However, in the vast majority of grain batches, the presence of impurities in general reduces the nature. When moistening, the nature of the grain decreases, as the volume of the grain increases due to its swelling, and the density decreases, approaching to one. In addition, humidity reduces grain flow. The nature depends on the condition of the surface of the grain: a rough surface reduces the density of its stacking and, therefore, reduces the nature. Usually, this indicator gives a complete assessment of the grain quality in combination with others, such as, for example, the weight of 1000 grains, moisture, clogging.

The weight of 1,000 seeds is calculated by multiplying by 10 the average arithmetic weight (x) of 100 seeds. From the seeds of the main crop, two repetitions of 500 seeds are counted without selection and each one is weighed with the required accuracy. An insufficient amount of seeds is taken from the analysis of purity, or from the average sample. Calculate the arithmetic mean of the mass of both repetitions, their sum, as well as the actual difference between them. The latter should not exceed 3% of the arithmetic mean.

The analysis of indicators of the crop structure allows to determine to a certain extent which characteristics have a greater impact on plant productivity and to select varieties with valuable characteristics for their active involvement in the breeding process. The varieties Gladiator (8.6 cm) and Zbruch (8.3 cm) were distinguished by the length of the ear. By the number of grains in the ear – Zbruch (49.0 pcs.) and Snihova koroleva (50.0 pcs.). According to the grain weight in ears of the same varieties, respectively 2.18 and 2.37 g. According to the weight of 1000 grains – Snihova koroleva (50.3 g) and Dostoinyi (49.7 g). According to the natural weight of the grain – Deviatyi val (591 g/l) and Darii (600 g/l), Snihova koroleva (632 g/l). The highest productivity in the studied conditions (4.4–3.8 t/ha) was achieved by winter barley varieties Snihova koroleva, Deviatyi val and Zbruch.

Keywords: winter barley, sample, variety, yield, quantitative trait, variety testing.

Вступ. До головних завдань сучасного сільського господарства належить зростання виробництва зерна, кормів і кормового білку. Важливим фактором для досягнення цієї мети є підвищення врожайності зернових культур за рахунок впровадження нових високопродуктивних сортів, чого неможливо добитись без поглиблених селекційних досліджень і широкого застосування нових методів селекції [1, 2, 8].

Однією з найцінніших культур для виробництва зерна та корму є озимий ячмінь, посіви якого за останні десять років займають площі від 500,0 тис. до 1,5 млн га, у тому числі понад 20 тис. га у Львівській області [1, 2, 3]. Про важливість цієї культури свідчить зростання площ під її посівами у світових масштабах, у тому числі в Україні, а також розширення теоретичних програм із вивчення цієї культури [4, 5, 6].

В останні три роки лідерами за посівними площами озимого ячменю в Україні залишаються південні області, причому площі посівів культури там щорічно зростають. До трійки лідерів у 2022 р. увійшли Одеська, Миколаївська і Херсонська області, де було зареєстровано показники на рівні: 315,41 тис., 229,09 тис. та 118,48 тис. га відповідно. За період з 2019 по 2021 р. показники в цих областях зросли: в Одеській області – на 3,7% (11,65 тис. га); у Миколаївській – на 3,3% (7,51 тис. га); у Дніпропетровській – на 25,5% (30,16 тис. га). Водночас у 2020 р. до трійки лідерів за обсягом посівних площ під цією культурою увійшла Херсонська область, коли показник збільшився на 30,16 тис. га, та витіснила Дніпропетровську, у якій посівні площі під озимим ячменем також зросли у 2021 р. до 106,7 тис. га. Приріст посівних площ під озимим ячменем за період з 2019 до 2021 р. було відмічено в 13 областях на рівні від 1,1 тис. га у Сумській області до 30,16 тис. га в Херсонській. Середній показник посівних площ під озимим ячменем у 2021 р. становив 47,13 тис. га та був перевищений у 6 областях, у тому числі Херсонській, Запорізькій та Кіровоградській. Тому нашим завданням є вивчення та виділення сортів ячменю озимого, найбільш продуктивних в умовах Західного регіону України [7, 8].

Поряд із традиційним методом використання озимого ячменю на зерно, поширеним є його використання на зелений корм, силос, сінаж, для вирощування на сидерати та ін. [7, 8, 36].

В Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН України методом мутаційної селекції створено сорти озимого ячменю Широколистий, Кормовий і Дністер, внесені до Державного реєстру сортів рослин України, причому перший із них – як національний стандарт. Сорт Любомир міститься в Реєстрі патентів. Ці сорти характеризуються високими врожайми зеленої маси й показниками кормових якостей та є носіями ознак, відсутніх у світовій селекції цієї культури, що дає можливість вести селекційну роботу в новому напрямі використання озимого ячменю, а саме – на зелений корм. Також у 2020 р. до Державного реєстру сортів рослин України внесено сорт озимого ячменю зернового напрямку Збруч.

Отримуючи високий врожай зеленої, добре залистяної маси з відмінними кормовими якостями в період, коли інші озимі злакові культури старіють і втрачають свою поживну цінність, новостворені сорти озимого ячменю можна з успіхом використовувати для доповнення зеленого конвеєра, для виготовлення силосу, сінажу тощо. Високий вміст цукрів у зеленій масі озимого ячменю вдало компенсує їх низький вміст у бобових, що дає можливість створювати високопоживні кормосуміші з бобовими культурами.

Ця культура не вимагає додаткових витрат на вирощування, добре пригнічує бур'яни, рано звільняє поле й техніку для інших сільськогосподарських робіт. Зерно ячменю через високу кормову цінність використовують для годівлі всіх видів тварин, а також у харчовій промисловості [5, 10, 34].

Отже, актуальним питанням є створення і впровадження у виробництво нових сортів озимого ячменю з високою врожайністю та якістю продукції, придатних для інтенсивних енергоресурсозбережних технологій вирощування та збирання, стійких до несприятливих факторів зовнішнього середовища, хвороб та шкідників, що й було метою нашої роботи. Задля цього слід насамперед створити й вивчити вихідний матеріал, оскільки він найбільш актуальний в селекції будь-якої культури, та застосовувати його в селекційному процесі.

Сучасні технології селекційного процесу такої важливої сільськогосподарської культури, як озимий ячмінь, допомагають створити нові сорти, вирощування яких дасть змогу отримувати найбільший врожай при відносно невеликих економічних затратах. Одним із факторів, які негативно впливають на показники врожайності, є вплив шкідливих патогенів. Створення і впровадження у виробництво стійких сортів цієї культури до дії різних захворювань

(з ознакою комплексної стійкості) – першочергове завдання для селекціонерів і генетиків.

Нові сорти озимого ячменю мають високу екологічну пластичність і здатні забезпечувати стабільну за роками урожайність. Фактором, що обмежує максимальний валовий збір зерна, а також призводить до погіршення його якості, є значне пошкодження цієї культури хворобами [15, 16, 17].

Уже стало очевидним, що використання стійких сортів – важливий природоохоронний фактор, що забезпечує істотне зниження енергетичних витрат на виробництво рослинницької продукції. У зв'язку з цим перед селекціонерами й фітопатологами постає потреба створення сортів, які в одному генотипі поєднують ознаки продуктивності та хворобостійкості.

Ця культура також характеризується високою врожайністю й має цінні кормові властивості. За врожайністю ячмінь озимий перевищує ярий, а за кормовими властивостями, особливо за вмістом лізину, значно переважає овес, пшеницю озиму та кукурудзу [9, 19, 20].

Нині перед аграріями стоїть завдання домогтися високих і стабільних врожаїв зернових культур.

Сільське господарство України на фоні погіршення екологічної ситуації має високу чутливість до гідротермічних коливань, притаманних сучасним кліматичним умовам. Тому важливою є адаптація галузі рослинництва до цих змін клімату. Зміна факторів навколишнього середовища вимагає добору сортів і гібридів із високою екологічною адаптивністю, що дасть змогу поліпшити якість рослинної продукції. Стабільність врожайності сортів сільськогосподарських культур, зокрема, ячменю озимого, за глобальних кліматичних змін не менш важлива, ніж їхній високий генетичний потенціал продуктивності. Проблема адаптації завжди посідала і в майбутньому посідатиме ключове місце в селекції, а також у практиці сільськогосподарського виробництва. Адаптивна селекція має на меті створення макросистем культурних рослин, максимально спрямованих на конкретний біокліматичний потенціал і біотичні фактори [21, 22, 23]. Розбіжності, що виникають між потенційною продуктивністю і реальним урожаєм зерна, викликають потребу в більш глибокому вивченні та розвитку теорії і практики селекції, орієнтованої на адаптивність [15, 18].

У зв'язку зі змінами клімату система адаптивного рослинництва стає складовою природного виробництва. Замість інтенсивних сортів на поля мають прийти адаптивні сорти, які характеризуються високою

екологічною пластичністю, скоростиглістю, конкурентоспроможністю щодо бур'янів і стійкістю до шкідників та хвороб, високою врожайністю, ценотичною сумісністю [13, 35].

Розрізняють широку екологічну адаптивність, пов'язану зі здатністю формувати відносно стабільний урожай у географічно різних екологічних умовах. Іншим типом є вузька адаптація – здатність сорту стабільно забезпечувати врожайність у певних екологічних умовах.

Добір сортів і гібридів із високою екологічною адаптивністю дає змогу суттєво зменшити залежність агроцензів сільськогосподарських культур від нерегульованих факторів навколишнього середовища й поліпшити якість рослинницької продукції. В Україні почастішали випадки виникнення екстремальних погодних умов на різних етапах органогенезу рослин, що негативно впливає на кількість і якість одержаної продукції. Аналіз кліматичних факторів виявляє стрімкі зміни погодних умов із значними коливаннями температури й кількості опадів, а найбільшими ризиками нестабільності сільськогосподарського виробництва є інтенсивність, тривалість та поширення посух [9, 13, 24].

Культурі ячменю в Україні належить друге місце серед зернових. Його зерно найбільш збалансоване за амінокислотним складом і наближається за кормовими якостями до стандартних консервованих кормів.

Ячмінь озимий має багато позитивних якостей. Зокрема, ця культура дає зерно нового врожаю на 10–14 діб раніше за пшеницю озиму, ячмінь ярий та інші культури. Завдяки плівчастості насіння зберігає високу схожість у ґрунті у випадку посухи в осінній період [28, 29, 30].

Зерно ячменю озимого містить 12% білка, понад 75% вуглеводів, 2,1% жиру. В 1 кг зерна міститься 1,2 к. о. і 100 г перетравного протеїну. Невелика кількість ячменю в складі комбікормів сприяє оздоровленню й підвищенню витривалості великої рогатої худоби. Зерно ячменю є добрим кормом для відгодівлі свиней. До складу білкового комплексу входять понад 20 амінокислот, із яких 8 – незамінні [8, 25, 26].

Враховуючи цінні кормові якості зерна ячменю озимого, яке краще збалансоване за амінокислотним складом, ніж зерно пшениці, кукурудзи та інших культур, і обумовлює менші витрати на виробництво одиниці тваринницької продукції, виникає потреба збільшити його виробництво [2, 31, 32].

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2018–2020 рр. на полях лабораторії селекції зернових та кормових культур в умовах селекційно-насінницької сівозміни Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Предметом досліджень були сорти: Збруч, Гладіатор, Паладін Миронівський, Статус, Дарій, Буревій, Дев'ятий вал, Достойний, Снігова королева, норма висіву яких становить 180–250 кг/га залежно від строків сівби та погодних умов.

Агротехніка вирощування культури – загальноприйнята в зоні досліджень, яка мала попередник – сою, фон мінерального живлення – $N_{60}P_{60}K_{60}$. Сівбу проводили селекційною сівалкою СКС-6-10, збирання врожаю – комбайном «Сампо-130».

Дослідження здійснювали згідно з методиками державного сортовипробування [11, 12]. Статистичне оброблення експериментальних даних виконували за допомогою програми «Microsoft Excel» із підрахунком середніх (Z), мінімальних (\min), максимальних (\max) значень. Математичне оброблення даних урожайності проводили методом дисперсійного аналізу.

Кліматичні умови західної частини Лісостепу України сприятливі для вирощування ячменю озимого. Середньорічна температура повітря становить $7,0-7,5^{\circ}\text{C}$, кількість опадів – 650–700 мм, з яких 70% випадає в літній період. Оскільки зими переважно м'які з достатнім сніговим покривом, то вимерзання ячменю трапляється рідко. Випадання рослин від низьких температур не перевищує 12%, однак загрозу несуть тривалі морози нижче $12-15^{\circ}\text{C}$.

За роки досліджень (2018–2020) періоди вегетації ячменю озимого характеризувалися значними перепадами температурного режиму та умов зволоження ґрунту. Зимові місяці відзначалися вищими температурами повітря порівняно із середньобагаторічними: в січні на $-0,4^{\circ}\text{C}$, у лютому $+4,2^{\circ}\text{C}$. Опадів було менше в січні ($-14,1$ мм) і дещо більша кількість – у лютому (на $15,4$ мм більше до середньобагаторічних показників).

Збільшення температури повітря та кількості опадів сприяло розвитку хвороб, зокрема, борошнистої роси та плямистостей листя. Ступінь ураження досліджуваних сортозразків різнився і залежав від їхніх сортових особливостей та погодних умов, які склалися під час вегетації ячменю озимого.

Для більш повної оцінки продуктивності сортів ячменю озимого в умовах Карпатського регіону ми визначали такі показники, як маса зерна в колосі, маса 1000 зерен, натура зерна, довжина стебла та довжина колоса.

Маса 1000 зерен є одним з основних господарських показників. Її розраховують із метою правильного визначення норми висіву зерна. Якщо не враховувати показників посівної придатності та маси 1000 зернин, неможливо встановити норми висіву та визначити схожість у польових умовах. Для визначення маси 1000 зерен ми використовували поширену методику. Із фракції чистого насіння відбирали підряд дві проби по 500 насінин у кожній. Наступним кроком було зважування проб. Це важлива процедура, яка потребує точності в показниках до 0,01 г. Похибкою розбіжності маси двох проб вважали 3% середньої маси. Якщо зерно задовольняло загальноновизначеним кількісним нормам, масу першої та другої проб підсумовували. Отриманий результат і є показником маси 1000 насінин.

Натуру зерна визначали за допомогою пурки. Пурка складається з мірки об'ємом 1 літр, наповнювача, який має вигляд циліндра без дна з невеликим розширенням в нижній частині, та другого циліндра з вмонтованою в нього лійкою. Є також падаючий вантаж, виточений із металу, ніж у формі хвоста ластівки й ваги з різновагами. Всі частини пурки складаються в спеціальний ящик, на кришці якого є гніздо для вкручування стійки ваг і накладка для закріплення мірки. Якщо в мірку опустити падаючий вантаж, а в щілину встановити ніж, то об'єм внутрішнього простору між поверхнею падаючого вантажу й нижньою площиною ножа буде дорівнювати літру. Пурку складали в такому порядку. Ящик встановили на столі, вкрутили стійку ваг у гніздо. Підвісили на вмонтований зверху кронштейн підвіску й коромисло ваг так, щоб стрілка пройшла в отвір біля її основи, а призма лягла на подушку. Коромисло має бути обернене до дослідника тією стороною, на якій розташований номер. Чашку для гир підвішували до лівого плеча коромисла, а мірку з вкладеним у неї падаючим вантажем – до правого плеча. Після деяких коливань коромисло приходять у стан рівноваги, а стрілка зупиняється навпроти показника або середнього штриха шкали. В щілину мірки вкладали ніж, на нього клали падаючий вантаж, а потім наповнювач. У такому вигляді пурка готова до роботи. Потім закривали лійку циліндра, насипали в нього рівним потоком зерна з мішечка, не досипаючи до країв 1,5–2 см. Наповнений циліндр обережно ставили на наповнювач, натискали на натискач і опускали зерно в наповнювач, після цього циліндр знімали. Обережно, не струшуючи мірку, знову встановлювали в щілину ніж і відрізали ним залишки зерна. Зерно в пурці зважували з точністю до 0,5 г. Натурну масу вираховували як середнє арифметичне з двох значень.

Розходження між ними допускали не більше 5 г. Якщо розходження було більшим, визначення проводили третій раз.

Результати та обговорення. Кожному регіону підбирають свій сорт. Головним критерієм цього вибору є морозостійкість. У середньому для осінньої вегетації ячменю потрібно від 40 до 50 днів. Осимий ячмінь має більш коротку фазу яровизації порівняно з ярим, тому його розвиток восени йде більш високими темпами. Вплив строку сівби на рівень врожайності озимого ячменю – 61%, сортових особливостей – 17%, а норм висіву – від 10 до 11%. Оптимальним терміном висіву озимого ячменю вважають середину вересня при нормі висіву 500 схожих насінин на 1 м². Якщо посіяти ячмінь пізніше, втрачається його врожайність, і шанс добре перезимувати знижується.

У наших дослідженнях в розсаднику екологічного сортовипробування найвищу врожайність за наших погодних умов та оптимальних строків висіву продемонстрували сорти Збруч (4,3 т/га), Дев'ятий вал та Снігова королева (3,8 та 4,4 т/га) (табл. 1).

1. Врожайність сортів ячменю озимого в екологічному сортовипробуванні (2018–2020), т/га

Сорт або гібрид	Урожай зерна, т/га	Відхилення від стандарту	
		т/га	%
Збруч	4,3	St	St
Гладіатор	3,4	-0,90	20,9
Паладін Миронівський	3,2	-1,10	25,6
Статус	3,4	-0,90	20,9
Дарій	3,5	-0,80	11,6
Буревій	3,4	-0,90	20,9
Дев'ятий вал	3,8	-0,50	22,3
Достойний	3,3	-1,00	23,3
Снігова королева	4,4	0,10	-2,3
НІР		0,41	9,6

За аналізом показників структури врожаю (табл. 2) можемо до певної міри стверджувати, які ознаки мають більший вплив на продуктивність рослин, і виділити сорти з цінними ознаками для їх активного залучення в селекційний процес.

За результатами аналізу кількісних ознак структури врожаю виявлено досить значну мінливість у сортозразків. Так, довжина

колоса коливалася в межах від 5,9 см (сорт Буревій) до 8,6 см (сорт Гладіатор); кількість зерен у колосі – від 35,4 шт. у сорту Дарій до 50 шт. у сорту Снігова королева; маса зерна в колосі – від 1,41 г у сорту Дев'ятий вал до 2,37 г у сорту Снігова королева. Найнижчу масу 1000 зерен було зафіксовано в сорту Буревій (38,5 г), а максимальний показник (50,3 г) – у сорту Снігова королева. У 6 сортозразків натурна маса зерна не перевищувала 600 г/л, а найвищий її показник (632 г/л) було виявлено в сорту Снігова королева (табл. 2).

2. Показники структури врожаю та технологічної якості зерна зразків ячменю озимого в екологічному сортовипробуванні (2018–2020)

Сорт, селекційний номер	Довжина, см		Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна в колосі, г	Маса 1000 зерен, г	Натурна маса, г/л
	стебла	колоса				
Збруч – St	107,4	8,3	49,0	2,18	47,9	582
Гладіатор	103,5	8,6	37,4	1,95	38,9	581
Паладін Миронівський	114,5	7,5	40,8	1,33	38,8	582
Статус	113,2	7,7	41,7	1,72	41,1	592
Дарій	110,2	7,3	35,4	1,42	39,2	600
Буревій	81,5	5,9	38,0	1,47	38,5	583
Дев'ятий вал	90,4	6,5	44,7	1,45	41,7	591
Достойний	91,8	6,5	34,6	1,72	49,5	589
Снігова королева	8,7	7,1	50,0	1,88	48,3	632
min	81,5	6,5	38,0	1,41	38,5	581
max	114,5	8,6	50,0	2,18	49,5	632

Висновки. В результаті наших досліджень було вивчено 9 сортів озимого ячменю з найвищою врожайністю зерна в кліматичних умовах Карпатського регіону в середньому за 2018–2020 рр. Відзначилися сорти: Збруч, Дев'ятий вал, Снігова королева – 4,3; 3,8; 4,4 т/га відповідно. За показниками структури врожайності, а саме довжиною колоса, стебла, кількістю зерен у колосі, масою зерна в колосі, масою 1000 зерен та натурою зерна відзначилися в наших умовах вирощування ті самі сорти: Збруч, Дев'ятий вал – 2,37 г, Снігова королева – маса зерна у колосі від 1,88 г, Збруч – 2,18 г. У сорту Дарій маса зерна в колосі спостерігалася найнижча – 1,42 г.

Список використаної літератури

1. Адаптивні особливості генотипів вівса за кількісними ознаками якості зерна / А. Я. Марухняк та ін. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 42–50.
2. Біловус Г. Я., Марухняк А. Я. Екологічне сортовипробування ячменю озимого в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 37–50.
3. Ващенко В. В., Шевченко О. О. Адаптивність і стабільність сортів ячменю ярого за показником продуктивності. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. 2013. № 1 (31). С. 11–15.
4. Влох В. Г., Тучапський О. Р. Ячмінь озимий у Західному регіоні України. Львів, 2004. 72 с.
5. Голозерний овес. Сорт Авгол / А. Я. Марухняк та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 151–159.
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. Селекційна оцінка колекційних зразків ячменю озимого в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014. Т. 2. Вип. 21. С. 29–34.
8. Заяць О. М., Петрина Г. І., Яремко В. Я. Особливості сортів озимого ячменю. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 1. С. 131–132.
9. Лінчевський А. А., Шеремет О. М. Озимий ячмінь. *Озимі зернові культури*. Київ : Урожай, 1993. С. 220–253.
10. Марков І. Біоекологічні особливості ячменю посівного. *Агробізнес сьогодні*. 15 червня 2017 р.
11. Методика державного випробування сортів на придатність до поширення в Україні : Загальна частина. *Охорона прав на сорти рослин* : офіційний бюлетень. 2003. Вип. 1. Ч. 3. 106 с.
12. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобо-

References

1. Adaptive features of oat genotypes by quantitative traits of grain quality / A. Ya. Marukhnyak et al. *Selektisia i nasinnitstvo*. 2013. Is. 103. P. 42–50.
2. Bilovus H. Ya., Marukhnyak A. Ya. Ecological variety testing of winter barley in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnitstvo*. 2019. Is. 66. P. 37–50.
3. Vashchenko V. V., Shevchenko O. O. Adaptability and stability of spring barley varieties according to the productivity index. *Visnyk Dnipropetrovskoho DAU*. 2013. No. 1 (31). P. 11–15.
4. Vlokh V. H., Tuchapskyi O. R. Winter barley in the Western region of Ukraine. Lviv, 2004. 72 p.
5. Naked oats. Variety Avgol / A. Ya. Marukhnyak et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnitstvo*. 2015. Is. 57. P. 151–159.
6. Hudzenko V. V., Vasylykivsky S. P., Polishchuk T. P. Productivity and adaptability of spring barley gene pool samples in long-term tests in the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Genetic resources of plants*. 2017. No. 20. P. 31–40.
7. Hudzenko V. M. Selection evaluation of collection samples of winter barley in the Forest-Steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiia*. 2014. Vol. 2. Is. 21. P. 29–34.
8. Zayats O. M., Petryna H. I., Yaremko V. Ya. Features of winter barley varieties. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2012. Vol. 1. P. 131–132.
9. Linchevskiy A. A., Sheremet O. M. Winter barley. *Ozymi zernovi kultury*. Kyiv : Urozhai, 1993. P. 220–253.
10. Markov I. Bioecological features of seed barley. *Agribusiness today*. June 15, 2017.
11. Methods of state testing of varieties for suitability for distribution in Ukraine : General part. *Okhorona prav na sorty roslin* : ofitsiyniy biuletyn. 2003. Is. 1. Part 3. 106 p.
12. Methods of examination and state testing of plant varieties of cereals, cereals and legumes: General part. *Okhorona prav*

- бових культур. *Охорона прав на сорти рослин* : офіційний бюлетень. 2003. Вип. 2. Ч. 3. 214 с.
13. Мойсеева М. Культура у фокусі: ячміль. *Пропозиція*. 2009. № 4. С. 20–21.
14. Рудник-Івашченко О. І., Дудка Д. В. Результативність вітчизняної селекції через призму державного сортопробування. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 85–87.
15. Солонечний П. М. Гомеостатичність та селекційна цінність сучасних сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 36–41.
16. Хангильдин В. В., Литвіненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Научно-техн. бюллетень ВСГИ*. 1981. Вып. 39. С. 8–14.
17. Alpha-amylase treatment increases extractable phenolics and antioxidant capacity of oat (*Avena nuda* L.) flour / D. Chen et al. *J. of Cereal Sci.* 2015. Vol. 65. P. 60–66.
18. Biel W., Jacyno E., Kawecka M. Chemical composition of hulled, dehulled and naked oat grains. *South Afr. J. of Animal Sci.* 2014. Vol. 44. P. 189–197.
19. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials / A. Whitehead et al. *Am. J. Clin. Nutr.* 2014. Vol. 100 (6). P. 1413–1421. DOI: 10.3945/ajcn.114.086108.
20. Combining ability for grain chemistry quality traits in a white oat diallelic cross / M. Crestani et al. *Euphytica*. 2012. Vol. 185 (1). P. 139–156.
21. Daou C., Zhang H. Oat beta-glucan: its role in health promotion and prevention of diseases. *Comp. Rev. in Food Sci. and Food Saf.* 2012. Vol. 11. P. 355–365.
22. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. № 6. P. 36–40.
23. Genotype-by-environment interaction and trait association in two genetic populations of oat / W. Yan et al. *Crop Sci.* 2016. Vol. 56. P. 1136–1145.
24. Hussein M. A., Bjornstad A., Aasteveit A. H. SASG X ESTAB: A SAS program for computing genotype x environment stability statistics. *Agron. J. na sorty roslyn* : ofitssiniyi buleten. 2003. Is. 2. Part 3. 214 p.
13. Moiseieva M. Culture in focus: barley. *Propozytisia*. 2009. No. 4. P. 20–21.
14. Rudnyk-Ivashchenko O. I., Dudka D. V. The effectiveness of domestic selection through the prism of state variety testing. *Breeding and seed production*. 2013. Vyp. 103. P. 85–87.
15. Solonechnyi P. M. Homeostatic and selection value of modern varieties of spring barley. *Seleksiia i nasinnnytstvo*. 2013. Is. 103. P. 36–41.
16. Hangildin V. V., Litvinenko N. A. Homeostaticity and adaptivity of winter wheat varieties. *Nauchno-tehnicheskiiy bulletin. V'SGI*. 1981. Is. 39. P. 8–14.
17. Alpha-amylase treatment increases extractable phenolics and antioxidant capacity of oat (*Avena nuda* L.) flour / D. Chen et al. *J. of Cereal Sci.* 2015. Vol. 65. P. 60–66.
18. Biel W., Jacyno E., Kawecka M. Chemical composition of hulled, dehulled and naked oat grains. *South Afr. J. of Animal Sci.* 2014. Vol. 44. P. 189–197.
19. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials / A. Whitehead et al. *Am. J. Clin. Nutr.* 2014. Vol. 100 (6). P. 1413–1421. DOI: 10.3945/ajcn.114.086108.
20. Combining ability for grain chemistry quality traits in a white oat diallelic cross / M. Crestani et al. *Euphytica*. 2012. Vol. 185 (1). P. 139–156.
21. Daou C., Zhang H. Oat beta-glucan: its role in health promotion and prevention of diseases. *Comp. Rev. in Food Sci. and Food Saf.* 2012. Vol. 11. P. 355–365.
22. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. No. 6. P. 36–40.
23. Genotype-by-environment interaction and trait association in two genetic populations of oat / W. Yan et al. *Crop Sci.* 2016. Vol. 56. P. 1136–1145.
24. Hussein M. A., Bjornstad A., Aasteveit A. H. SASG X ESTAB: A SAS program for computing genotype x environment stability statistics. *Agron. J.*

2000. Vol. 92. P. 454–459.
25. Milling of Canadian oats and barley for functional food ingredients: Oat bran and barley fibre-rich fractions / M. S. Izydorczyk et al. *Can. J. Plant Sci.* 2014. Vol. 94. P. 573–586.
26. Mohebodini M., Dehghani H., Sabagpour S. H. Stability of performance in lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes in Iran. *Euphytica*. 2006. Vol. 149. P. 343–352.
27. Mohhamadi R., Pourdard S. S., Amri A. Grain yield stability of spring sunflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Aust. J. Agric. Res.* 2008. Vol. 59. P. 546–553.
28. Naked oats for improving human nutrition: genetic and agronomic variability of grain bioactive components / R. Redaelli et al. *Crop Sci.* 2009. Vol. 49. P. 1431–1437.
29. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods : a review / P. Rasane et al. *J. of Food Sci. and Tech.* 2013. Vol. 52. P. 662–675.
30. Oat: unique among the cereals / M. S. Butt et al. *Eur. J. of Nutr.* 2008. Vol. 46. P. 68–79.
31. Oats as a functional food : a review / W. S. Ahmad et al. *Univer. J. of Pharm.* 2014. Vol. 3. P. 14–20.
32. Othaman R. A., Moghadasian M. H., Jones P. J. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan. *Nutr. Rev.* 2011. No. 69 (6). P. 299–309.
33. Peltonen-Sainio P. Productive oat ideotype for northern growing conditions. *Euphytica*. 1991. Vol. 54. P. 27–32.
34. Wood P. Oat and rye β -glucan: properties and function. *Cereal Cem.* 2010. Vol. 87. P. 315–330.
35. Zhy F., Du B., Xu B. A critical review on production and industrial application of beta-glucan. *Food Hydrocol.* 2016. Vol. 52. P. 275–288.
36. Zute S., Berga L., Vicupe Z. Variability in endosperm β -glucan content of husked and naked oat genotypes. *Acta Biol. Universit. Daugavpil.* 2011. No. 11 (2). P. 192–200.
2000. Vol. 92. P. 454–459.
25. Milling of Canadian oats and barley for functional food ingredients: Oat bran and barley fibre-rich fractions / M. S. Izydorczyk et al. *Can. J. Plant Sci.* 2014. Vol. 94. P. 573–586.
26. Mohebodini M., Dehghani H., Sabagpour S. H. Stability of performance in lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes in Iran. *Euphytica*. 2006. Vol. 149. P. 343–352.
27. Mohhamadi R., Pourdard S. S., Amri A. Grain yield stability of spring sunflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Aust. J. Agric. Res.* 2008. Vol. 59. P. 546–553.
28. Naked oats for improving human nutrition: genetic and agronomic variability of grain bioactive components / R. Redaelli et al. *Crop Sci.* 2009. Vol. 49. P. 1431–1437.
29. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods : a review / P. Rasane et al. *J. of Food Sci. and Tech.* 2013. Vol. 52. P. 662–675.
30. Oat: unique among the cereals / M. S. Butt et al. *Eur. J. of Nutr.* 2008. Vol. 46. P. 68–79.
31. Oats as a functional food : a review / W. S. Ahmad et al. *Univer. J. of Pharm.* 2014. Vol. 3. P. 14–20.
32. Othaman R. A., Moghadasian M. H., Jones P. J. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan. *Nutr. Rev.* 2011. No. 69 (6). P. 299–309.
33. Peltonen-Sainio P. Productive oat ideotype for northern growing conditions. *Euphytica*. 1991. Vol. 54. P. 27–32.
34. Wood P. Oat and rye β -glucan: properties and function. *Cereal cem.* 2010. Vol. 87. P. 315–330.
35. Zhy F., Du B., Xu B. A critical review on production and industrial application of beta-glucan. *Food Hydrocol.* 2016. Vol. 52. P. 275–288.
36. Zute S., Berga L., Vicupe Z. Variability in endosperm β -glucan content of husked and naked oat genotypes. *Acta Biol. Universit. Daugavpil.* 2011. No. 11 (2). P. 192–200.

Отримано: 29 лютого 2022 р.

Погоджено до друку: 31 серпня 2022 р.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-7

УДК 631.21:631.527.5:631.524.86

М. М. ФУРДИГА, кандидат с.-г. наук

Інститут картоплярства НААН

вул. Чкалова, 22, смт Немішаєве Бучанського р-ну Київської обл., 07853,

e-mail: iknaan.ukr@gmail.com

ОЦІНКА ВИХІДНОГО СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ЗА СТІЙКІСТЮ ПРОТИ КІЛЬЦЕВОЇ ГНИЛІ ТА ДИТИЛЕНХОЗУ

Хвороби картоплі, які викликаються фітопатогенними бактеріями та нематодами, завдають значних збитків картоплярству в усьому світі. Втрати, спричинені цими шкочочинними патогенами, спостерігаються як під час вегетації, так і в період зберігання.

Дослідження щодо оцінки стійкості беккросів міжвидових гібридів до кільцевої гнилі та стеблової нематоди проводились в Інституті картоплярства НААН впродовж 2019–2021 років. Як вихідний матеріал було використано потомків від беккросування складних міжвидових гібридів, отриманих з участю диких і культурних видів. Основою для них були первинні та вторинні міжвидові гібриди: [$\{(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}\} \times S. \text{demissum}$] $\times S. \text{andigenum}$, [$\{(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}\} \times S. \text{demissum}$, $(S. \text{demissum} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{andigenum}$, $S. \text{demissum} \times S. \text{bulbocastanum}$.

У результаті вивчення вихідного селекційного матеріалу на інфекційному фоні виділено низку гібридів із високою резистентністю як проти окремого патогену, так і з комплексною стійкістю. Встановлено, що 16,9% матеріалу, залученого до вивчення стосовно стійкості проти кільцевої гнилі, є перспективним для селекції за цією ознакою. Виділено 15,4% беккросів міжвидових гібридів із рівнем стійкості проти *Ditylenchus destructor* Thorne на рівні або вище 8 балів.

Гібрид 12.30/3 (04.20c16 / Bellarossa) характеризується комплексною стійкістю до кільцевої гнилі (8,0 бала), дитиленхозу (8,0 бала), парші звичайної (9,0 бала) та посухи (8,0 бала). Водночас йому притаманна підвищена врожайність на рівні 820 г/кущ. Беккрос 15.32/55 (91.15-41 / Сантарка) поєднує підвищену стійкість проти кільцевої гнилі (7,0 бала), середню – проти дитиленхозу (6,0 бала), підвищену – проти фітофторозу бульб (7,5 бала), середню – проти фітофторозу листя (5,1 бала) та підвищену – проти сухої фузаріозної гнилі (7,5 бала).

Залучення до гібридизації форм, створених на міжвидовій основі, які мають широку генетичну базу, дає змогу інтрогресувати гени стійкості проти

кільцевої гнилі та дитиленхозу у вихідний селекційний матеріал. Правильний підбір батьківських пар при подальшому бекросуванні дає можливість отримати зразки з високим проявом комплексу господарсько цінних ознак.

Ключові слова: картопля, бекроси багатовидових гібридів, стійкість, кільцева гниль, дитиленхоз, господарсько цінні ознаки.

Mykola Furdyha

Institute for Potato Research of NAAS

Evaluation of parent breeding material for resistance to ring rot and *Ditylenchus destructor*

Potato diseases caused by phytopathogenic bacteria and nematodes inflict significant damage to potato production worldwide. Losses caused by these harmful pathogens occur both during the growing season and during storage.

Studies to evaluate the resistance of backcrosses of interspecific hybrids to ring rot and potato tuber eelworm were carried out at the Institute for Potato Research NAAS during 2019–2021. As the parent material we used the descendants from backcrossing of complex interspecific hybrids obtained with the participation of wild and cultivated species. They were based on primary and secondary interspecific hybrids such as: $\{(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}\} \times S. \text{demissum}$ $\times S. \text{andigenum}$, $\{(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}\} \times S. \text{demissum}$, $(S. \text{demissum} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{andigenum}$, $S. \text{demissum} \times S. \text{bulbocastanum}$.

As a result of the study of parental breeding material on infection background, a number of hybrids with high resistance both to a single pathogen and complex resistance were identified. It was found that 16.9% of the material involved in the study regarding resistance to ring rot, are promising for inclusion in the breeding on this trait. 15.4% of backcrosses of interspecific hybrids with a resistance score of 8 or higher to *Ditylenchus destructor* Thorne were identified.

The 12.30/3 (04.20c16/Bellarossa) hybrid is comprehensively resistant to ring rot (8.0), *Ditylenchus destructor* (8.0), scab (9.0) and drought (8). At the same time, it has an increased yield of 820 g/bush. Backcross 15.32/55 (91.15-41/Santarka) offers improved resistance to ring rot (7.0), medium resistance to *Ditylenchus destructor* (6.0), improved resistance to tuber blight (7.5), medium resistance to foliar blight (5.1) and increased resistance to fusarium dry rot (7.5).

Involvement in hybridization of forms created on an interspecific basis with a wide genetic base makes it possible to introgress the resistance genes to ring rot and *Ditylenchus destructor* into the parental breeding material. The correct selection of parental pairs during further backcrossing makes it possible to obtain samples with a high manifestation of economically valuable traits' complex.

Keywords: potato, multispecies hybrids' backcrosses, resistance, ring rot, *Ditylenchus destructor*, economically valuable traits.

Вступ. Хвороби й шкідники картоплі – одні з основних причин значного недобору врожаю бульб, втрати якості та придатності для

зберігання. Їхня шкідливість залежить від великого комплексу факторів, зокрема, від природних і ґрунтових умов, технології вирощування, стійкості сортів, рівня ведення насінництва, застосування сучасної інтегрованої системи захисту, умов зберігання [23].

Кільцева гниль є бактеріальною хворобою картоплі. Її шкодочинність в останні роки помітно зростає через поширення механізації на всіх етапах вирощування, збирання та зберігання. Ці заходи значно збільшують кількість механічних пошкоджень, а отже, і ураження бактеріозами [22]. Шкодочинність бактеріальних хвороб спричинює і прямі, і непрямі втрати врожаю. Прямі втрати полягають у загибелі рослин у полі, загниванні в ґрунті насінневих бульб та бульб нового урожаю, їхньому гнитті в період зберігання. Непрямі втрати – в послабленні уражених рослин, виникненні в них функціональних порушень та зниженні врожайності, погіршенні їхньої якості [5].

Кільцева гниль розповсюджена на всій території України. В окремих випадках утрати вже під час збирання врожаю досягають 45%. Особливо небезпечна вона в насінництві. У сприятливі для розвитку патогену роки хвороба є основною причиною вибракування насінницьких посівів [26].

Це судинне захворювання, яке уражує листя, стебла, столони й бульби [8]. На рослинах, як правило, симптоми з'являються наприкінці сезону, мають характер типового судинного в'янення, в деяких випадках супроводжуються скручуванням листя. У бульб судинне кільце та близькі тканини мають блідо-жовтий або скловидний відтінок та темніють у міру розвитку хвороби [23]. У роки з вологою і прохолодною погодою захворювання може проявлятися в прихованій формі. Бактерії проникають у рослину з ураженого насінневого матеріалу та руйнують судинну систему. Надалі вони потрапляють через столони в молоді бульби, де пошкоджують судинне кільце.

Кільцеву гниль спричиняє бактерія *Corynebacterium michiganense* Fersen *pv. sepedonicum* (Spiek. et Kott) Dye et Kemp (синонім *Corynebacterium sepedonicum* (Spiek. et Kott) Skap. et Burkh) [13, 23]. Складність захисту від хвороби полягає в перебуванні інфекції тривалий час у латентній формі [9, 18]. На думку деяких учених, епіфітотії кільцевої гнилі зумовлюються погодними умовами, кількістю патогенної інфекції, стійкістю сорту, штамами складу збудника [9, 11, 21]. Створення стійких проти патогену сортів картоплі є найбільш ефективним та екологічним методом [22]. Стійкість до кільцевої гнилі успадковується домінантно [6]. Для ефективної селекції резистентних форм важливе значення має підбір батьківських

пар для схрещування. Встановлено, що при гібридизації батьківських форм із різним ступенем стійкості проти кільцевої гнилі найбільша кількість резистентних гібридів вищепилась у комбінаціях із використанням двох високостійких до патогену форм [16].

Компонентом кожного біоценозу є нематоди. Паразитичні нематоди рослин, що вражають практично всі види культурних рослин, знищують щорічно приблизно 10% рослинної продукції та знижують насінні та товарні якості. Відомо більше 70 культурних та диких рослин, що можуть бути господарями *Ditylenchus destructor*. З екологічної точки зору, кількісний та видовий склад фауни нематод – це індикатор екологічного стану ґрунту, рослин або субстрату [1, 19].

На картоплі паразитують два види дитиленхів: стеблова нематода картоплі (*Ditylenchus destructor* Th.) та стеблова нематода (*Ditylenc husdipsaci* Kuhn). Обидва види спричинюють таке захворювання картоплі, як дитиленхоз. Біологічна особливість стеблових нематод полягає у відсутності цист, завдяки яким вони могли б тривалий час зберігатися в ґрунті [8].

Стеблова нематода *Ditylenchus destructor* Th. є поширеною в Україні хворобою бульб, яка спричиняє значні втрати врожаю. Зараженість окремих партій бульб цим шкідником сягає 30–40%. До весни такі бульби переважно загнивають [17]. У період зберігання втрати можуть досягати 8% і більше залежно від сорту, репродукції насіння, температури зберігання, протікання епіфітотичного процесу [7, 14, 15, 19]. Ступінь впливу стеблової нематоди *D. destructor* на рослини картоплі проявляється в затримці росту (36,7–45,5%), зниженні врожайності (21,3–45,8%), зменшенні кількості товарних бульб (25,0–75,0%) [7]. Велике значення має механічний стан ґрунту, тому що він визначає здатність стеблової нематоди мігрувати та вражати здорові рослини [2, 3].

Весь цикл розвитку стеблової нематоди проходить всередині бульби, тому основне джерело її поширення – насінневий матеріал. Іншим джерелом є ґрунт, куди нематоди потрапляють при розкладенні післязбиральних залишків та материнських бульб. В ґрунті стеблова нематода може зберігатись декілька років, вражаючи інші культури, бур'яни та впадаючи в стан анабіозу за несприятливих умов [23].

На хворих рослинах утворюються ослаблені стебла, що поступово набувають жовтого забарвлення. Хвороба починає проявлятися в'яненням нижніх листків, а потім розповсюджується до верхівки стебла. Якщо в ґрунті велике інвазійне навантаження нематод, то через нестачу води й поживних речовин рослини

утворюють надмірну кількість дрібних корінців. Такі ознаки ураження називають бородатістю кореневої системи. Уражені нематодою куші мають 1–3 стебла та формують незначну кількість дрібних бульб [5, 10].

Осередки картопляної нематоди можна виявити за зовнішніми ознаками захворювання через 5–7 років від часу занесення окремих цист у ґрунт [19]. Часто після цього спостерігаються випадки повної загибелі врожаю. Пошкоджені нематодою рослини насамперед вражаються фітофторозом і пошкоджуються колорадським жуком.

Нематодостійкість у картоплі ґрунтується на реакції надчутливості й контролюється як олігогенами, так і полігенами. Значна частина мінливості за стійкістю проти патогенів, що спостерігається, у гібридів переважно зумовлена генетичними чинниками, а інша – впливом умов середовища [17, 24].

Матеріали і методи. Дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. в Інституті картоплярства НААН. Як вихідний матеріал було використано потомків від беккросування складних міжвидових гібридів, отриманих з участю диких і культурних видів, які були створені в лабораторії генетичних ресурсів Інституту картоплярства НААН. Основою для них були первинні та вторинні міжвидові гібриди: $\{(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}\} \times S. \text{demissum}$ $\times S. \text{andigenum}$, $\{(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}\} \times S. \text{demissum}$, $(S. \text{demissum} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{andigenum}$, $S. \text{demissum} \times S. \text{bulbocastanum}$.

Вивчення беккросів багатовидових гібридів щодо стійкості проти кільцевої гнилі *Corynebacterium sepedonicum* (Spiek. et Kott) Skap. et Burkh проводили шляхом інокуляції цілих бульб [4, 12]. Для інфікування використовували водну бактеріальну суспензію 4–8-добової чистої культури збудника кільцевої гнилі в концентрації 10^9 . В кожну бульбу на ділянці розміщення вічок медичним шприцом із модифікованою голкою вводили по 0,1 мл бактеріальної суспензії збудника хвороби. Інокульовані бульби розміщували в поліетиленові пакети із зволоженою тирсою та витримували впродовж 3–4 діб за температури 20–22°C і відносної вологості 85–90% з наступним висаджуванням у поле.

Кінцеве оцінювання ступеня ураження цією хворобою проводили шляхом аналізу бульб після збирання. Урожай від кожного куща під час збирання складали в окремі пакети й зберігали в умовах, оптимальних для розвитку кільцевої гнилі, впродовж 1,5–2 місяців. Після цього методом проведення надрізів від пуповидної до верхівкової частини кожної бульби визначали ступінь ураження

зразків. Ураженість зразків кільцевою гниллю підраховували співвідношенням кількості хворих кущів і бульб до загальної кількості. Як стандарти використовували сорти Серпанок (стійкий сорт) і Незабудка (сприйнятливий до хвороби). Після проведення вказаних обліків за результатами оцінювання ступеня стійкості випробовувані зразки зараховували до однієї з 9 груп (табл. 1).

1. Шкала оцінювання стійкості сортозразків картоплі проти кільцевої гнилі

Бал стійкості	Ступінь стійкості	Частина пластиру, уражена гниллю, %
9–8	Високостійкі	≤10
7–6	Стойкі	11–20,0
5–4	Середньостійкі (слабко сприйнятливі)	21,0–30,0
3–2	Слабостійкі (сприйнятливі)	31,0–40,0
1	Нестійкі (дуже сприйнятливі)	>40,0

Випробування вихідного й селекційного матеріалу картоплі на стійкість до стеблової нематоди (*Ditylenchus destructor*) проводили на штучному інвазійному фоні [4, 17]. При садінні зразків у кожне гніздо разом із здоровими бульбами вносили заражений матеріал у вигляді шматочків дитиленхозних бульб із вирізаними вічками вагою 25–30 г. Норма навантаження на одну досліджувану бульбу становила 15–18 тис. особин *D. destructor*. Такий високий рівень вихідної чисельності нематод зумовлений тим фактом, що лише незначна частина з них буде спроможною інвазіювати рослини та завершити життєвий цикл [25, 27].

Дослід повторили на 15–20 бульбах досліджуваного зразка. Дослідження проводили методом накладання протягом 2 років.

Ураженість зразків стебловою нематодою визначали за бульбами після збирання врожаю. При збиранні врожаю потомство від кожного куща в межах повторення розміщували в ящики, а потім зберігали впродовж місяця за температури +18–20°C і відносної вологості повітря 75–80%. Аналіз на зараженість дитиленхозом проводили методом ретельного огляду кожної бульби. Для підтримання однорідної популяції особин нематод інвазійний матеріал готували з дитиленхозних бульб одного з нестійких до патогенів сорту. Повторення 2-кратне, по 10 бульб у рядку. Стійкість гібридів порівнювали із сортами-стандартами: Серпанок (стійкий) та Світанок

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1) київський (сприйнятливий). Після проведення вказаних обліків за результатами оцінювання ступеня стійкості випробовувані зразки зараховували до однієї з 9 груп [12] (табл. 2).

2. Шкала для визначення ступеня стійкості картоплі до ураження дитиленхозом

Бал стійкості	Ступінь стійкості	Частина пластиру, уражена гниллю, %
9–8	Високостійкі	≤10
7–6	Стійкі	11–20,0
5–4	Середньостійкі (слабко сприйнятливі)	21,0–30,0
3–2	Слабостійкі (сприйнятливі)	31,0–40,0
1	Нестійкі (дуже сприйнятливі)	>40,0

Результати та обговорення. Найбільш економічно вигідним, санітарно- та гігієнічно безпечним, екологічно виправданим методом вирощування картоплі у виробництві є використання сортів, стійких до біотичних та абіотичних чинників навколишнього середовища, що можливе при залученні до селекційної практики співродичів сортів – культурних та диких видів. Серед складових генофонду картоплі можливий пошук стійкості практично до всіх збудників хвороб та шкідників.

Проведено дослідження щодо стійкості вихідного селекційного матеріалу проти збудника кільцевої гнилі *Corynebacterium sepedonicum* (Spiek. et Kott) Skap. et Burkh. До вивчення залучено 65 беккросів міжвидових гібридів.

Дані, наведені на рис. 1, свідчать про відмінності в розподілі беккросів міжвидових гібридів за стійкістю проти патогену. 24,6% вихідного матеріалу характеризувались низькою резистентністю проти кільцевої гнилі (менше 5 балів).

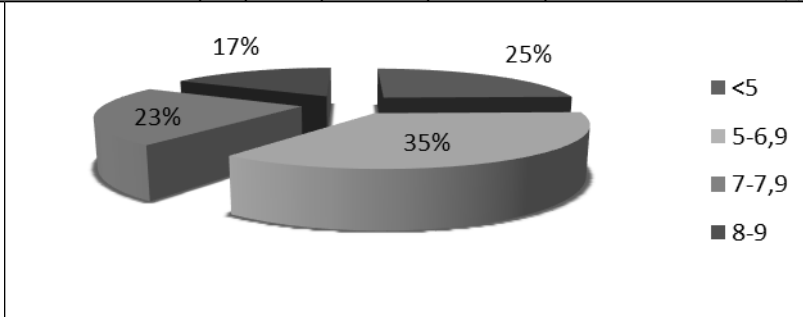


Рис. 1. Розподіл беккросів міжвидових гібридів за стійкістю проти *Corynebacterium sepedonicum* (Spiek. et Kott) Skap. et Burkh (бали), 2019–2021 рр.

Модальним класом за ознакою є клас зі стійкістю 5,0–6,9 бала, що становить 35,4%. Оскільки стійкість до кільцевої гнилі успадковується домінантно, то для селекції за ознакою важливо виділити резистентні до хвороби форми. Частка високостійких беккросів, цінних для селекції за цією ознакою, склала 16,9%. Гібриди 11.23/12 (04.120/22 / Струмок), 11.24/46 (04.120/22 / Подоля), 12.16/16 (05.16c108 / Bellarossa), 12.3/21 (04.21c31 / Подоля), 12.30/3 (04.20c16 / Bellarossa), 12.34/8 (Плюшка / Сантарка), 12.87/12 (04.14c54 / Bellarossa), 13.55/22 (05.11c108 / Bellarossa), 14.4/11 (91.380c3 / Russian Blue), 15.2/22 (87.703c1 / Чернігівська), 15.5/12 (10.6Г38 / Тирас) характеризувались стійкістю на рівні 8 балів.

80% стійких проти кільцевої гнилі гібридів (на рівні 7–8 балів) мали у своєму родоводі міжвидовий гібрид П55. При створенні цього гібриду до схрещування було залучено зразки таких диких видів, як *S. acaule*, *S. bulbocastanum*, *S. phureja*, *S. demissum*, *S. andigenum*. Усі ці види є носіями генів стійкості проти біотичних та абіотичних чинників навколишнього середовища. Види *S. acaule* та *S. phureja* стійкі проти збудника кільцевої гнилі. Окрім цього, зразки виду *S. acaule* характеризуються стійкістю проти звичайного й вірулентних біотипів раку картоплі, парші звичайної і борошнистої, ооспорозу, альтернаріозу, бурої гнилі, чорної ніжки, стеблової та картопляної нематод та ін. Вид *S. phureja* для селекційної практики цінний також як носій стійкості проти раку картоплі, альтернаріозу, парші звичайної, чорної ніжки, ризоктоніозу та ін. [18].

Проведено дослідження щодо визначення стійкості вихідного селекційного матеріалу проти збудника дитиленхозу (*Ditylenchus*

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1) *destructor Thorne*). До вивчення залучено 52 беккриси міжвидових гібридів.

У результаті оцінювання вихідного матеріалу стосовно стійкості проти *Ditylenchus destructor Thorne* встановлено, що 17,3% зразків характеризувались стійкістю менше 5 балів (рис. 2). Частка беккросів із середньою стійкістю, зарахована до модального класу, становила 42,3%. Перспективними для використання в селекції за ознакою визнано зразки з відносно високою стійкістю проти патогену (7,0–7,9 бала), кількість з яких сягала 25,0%. Цінним вихідним матеріалом є форми, які мають стійкість вище 7,9 бала (15,4%).

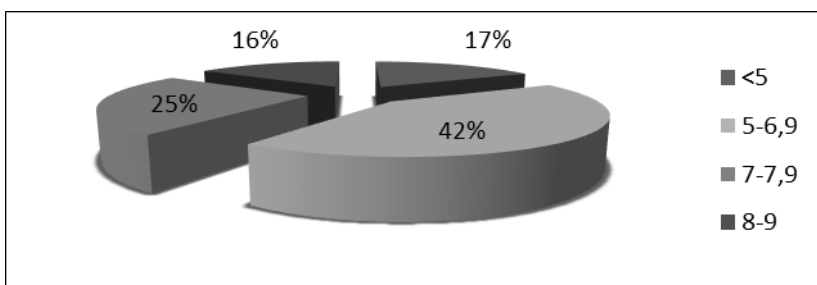


Рис. 2. Розподіл беккросів міжвидових гібридів за стійкістю проти *Ditylenchus destructor Thorne* (бали), 2019–2021 рр.

Виділено гібриди зі стійкістю проти дитиленхозу на рівні 8 балів: 11.23/12 (04.120/22 / Струмок), 12.24/43 (96.963/30 / Маг), 12.30/3 (04.20c16 / Bellarossa), 12.33/34 (04.20c16 / Подолія), 12.97/41 (90.35c154 / Гурман), 13.10c7 (04.21c31 / Bellarossa), 15.10/16 (86.685c56 / 88.730c3).

Під час аналізу походження беккросів міжвидових гібридів зі стійкістю 7–8 балів встановлено, що 86% зразків мали у своєму родоводі міжвидовий гібрид П55 (створений на основі диких видів *S. acaule*, *S. bulbocastanum*, *S. phureja*, *S. demissum*, *S. andigenum*). За даними дослідників, джерелами стійкості до *Ditylenchus destructor Thorne* є дикі види *S. acaule*, *S. andigenum*, *S. demissum*, присутні в родоводі гібриду П55 [8].

Серед гібридів із високою стійкістю проти кільцевої гнилі або дитиленхозу виділено зразки з високим проявом інших господарсько цінних ознак (табл. 3).

3. Характеристика бекросів багатovidових гібридів, у яких стійкість проти кільцевої гнилі або дитиленхозу послідується з високим проявом інших господарсько цінних ознак

Назва гібриду	Походження	Стійкість проти кільцевої гнилі, бал	Стійкість проти дитиленхозу, бал	Урожайність, т/га	Вміст крохмалю в бульбах, %	Стійкість проти біотичних та абіотичних факторів, бал
11.32/103	208ч / Струмок	5,0	7,5	613	12,2	Стійкий до картопляної нематоди, фітофтороз листя – 7,1; фітофтороз бульб – 7,5
11.23/12	04.120/22 / Струмок	8,0	8,0	643	11,9	Фітофтороз бульб – 7
12.24/6	04.14с54 / Подолія	5,0	7,0	570	16,4	Фітофтороз бульб – 8,5; посуха – 9
12.30/3	04.20с16 / Bellarossa	8,0	8,0	820	14,4	Парша – 9; посуха – 8
12.9/78	Бая / Bellarossa	7,0	3,0	667	11,7	Фітофтороз бульб – 7,5; парша – 9; посуха – 7
12.34/8	Плюшка / Сангарка	8,0	7,0	900	12,4	Фітофтороз бульб – 6/7
13.37с5	04.20с16 / Подолія	7,0	5,0	788	18,2	Парша – 8; іржавість бульб – 8
12.2/38	04.21с31 / Bellarossa	7,0	4,5	800	11,5	Стійкий до картопляної нематоди
15.32/55	91.15-41 / Сангарка	7,0	6,0	591	11,8	Фітофтороз бульб – 7,5; фітофтороз листя – 5,1; суха фузаріозна гниль – 7,5
15.18/8	04.14с54 / Тирас	7,0	–	690	10,9	Фітофтороз бульб – 9
15.24/12	04.14с102 / Bellarossa	7,0	–	597	14,2	Фітофтороз бульб – 7,5; фітофтороз листя – 4,6
14.4/11	91.380с3 / Russian Blue	8,0	–	702	12,4	Фітофтороз бульб – 7,0; парша – 7,0

Гібрид 12.30/3 (04.20c16 / Bellarossa) характеризується комплексною стійкістю до кільцевої гнилі (8,0 бала), дитиленхозу (8,0 бала), парші звичайної (9,0 бала) та посухи (8 балів). Водночас йому притаманна підвищена врожайність на рівні 820 г/кущ. Беккрос 15.32/55 (91.15-41 / Сантарка) поєднує підвищену стійкість проти кільцевої гнилі (7,0 бала), середню – проти дитиленхозу (6,0 бала), підвищену – проти фітофторозу бульб (7,5 бала), середню – проти фітофторозу листя (5,1 бала) та підвищену – проти сухої фузаріозної гнилі (7,5 бала). Зразок 11.23/12 (04.120/22 / Струмок) має стійкість проти кільцевої гнилі та дитиленхозу на рівні 8 балів, також він характеризується відносно високою стійкістю проти фітофторозу бульб на рівні 7 балів.

Висновки. Залучення до гібридизації форм, створених на міжвидовій основі, які мають широку генетичну базу, дає змогу інтрогресувати гени стійкості проти кільцевої гнилі та дитиленхозу у вихідний селекційний матеріал. Правильний підбір батьківських пар за подальшого беккросування дає можливість отримати зразки з високим проявом комплексу господарсько цінних ознак.

Виділено беккроси міжвидових гібридів із високим проявом стійкості проти кільцевої гнилі (16,9%) та стеблової нематоди (15,4%) на рівні 8–9 балів. Беккрос міжвидових гібридів 12.20/3 (04.20c16 / Bellarossa) характеризується високою стійкістю як проти кільцевої гнилі, так і проти стеблової нематоди на рівні 8 балів з урожайністю 820 г/кущ. Також він має високу стійкість проти парші звичайної та підвищену посухостійкість.

Список використаної літератури

1. Безарбеков К. У. Свободно-живущие фитопаразитические нематоды овощных культур северо-востока Казахстана : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.19. Алмата, 2003. 38 с.

2. Гурманчук О. В. Вплив інсектицидів на чисельність картопляної нематоди в ґрунті. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Сер.: Агрономія і біологія. 2013. Вип. 3 (25). С. 39–42.

3. Ємець О. М., Митрофанова Л. М. *Ditylenchus destructor* – стеблова нематода картоплі. *Матеріали наук.-практ. конфер. викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ* (Суми, 20–21 квітня 2016 року). Суми : СНАУ, 2016. С. 126–132.

References

1. Bezarbekov K. U. Free-living phytoparasitic nematodes of vegetable crops of the northeast of Kazakhstan. dys. ... dokt. byol. nauk: 03.00.19. Almata, 2003.

2. Hurmanchuk O. V. Influence of insecticides on the number of potato nematodes in the soil. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2013. Is. 3 (25). P. 39–42.

3. Yemets O. M., Mytrofanova L. M. *Ditylenchus destructor* – stalk nematoda of potatoes. *Materialy nauk.-prakt. konfer. vykladachiv, aspirantiv ta studentiv Sumskoho NAU* (m. Sumy, 20–21 kvitnia 2016 r.). Sumy, 2016. P. 262.

4. Potato / za red. V. V. Kono-

URL: <http://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/4337>.

4. Картопля / за ред. В. В. Кононученка, М. Я. Молоцького. Біла Церква, 2002. Т. 1. 536 с.

5. Картоплярство: методика дослідної справи / А. А. Бондарчук та ін. ; за ред. А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця, 2019. 652 с.

6. Картоплярство: Селекція / за ред. А. А. Бондарчука, Т. М. Олійник. Вінниця : Твори, 2020. 624 с.

7. Котюк Л. А. Еколого-біологічні особливості стеблової нематоди *Ditylenchus destructor Thorne* при паразитуванні на картоплі в зоні Полісся України : автореф. дис. ... канд. біол. наук: 06.01.11. Київ, 1999. 30 с.

8. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.

9. Методичні рекомендації. Проведення оцінки вихідного та селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти бактеріальних хвороб і стеблової нематоди / В. М. Положенець, Т. В. Тимошенко. Житомир, 1994. 12 с.

10. Методологія оцінювання сортотразків картоплі на стійкість проти основних шкідників і збудників хвороб / С. О. Трибель та ін. ; за ред. С. О. Трибеля, А. А. Бондарчука. Київ : Аграр. наука, 2013. 264 с.

11. Нові сорти картоплі стійкі до стеблової нематоди *Ditylenchus destructor Thorne*, 1945 / Б. А. Тактаєв, М. М. Фурдига, А. А. Бондарчук та ін. *Картоплярство*. 2020. Вип. 45. С. 20–26.

12. Подгаєцький А. А., Кравченко Н. В., Гордієнко В. В. Цінність міжвидових гібридів за комплексом основних агрономічних ознак. *Картоплярство*. 2012. Вип. 41. С. 29–40.

13. Положенець В. М., Вернигора І. Ф., Тимошук О. А. Захист картоплі від мокрої бактеріальної гнилі. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 10. С. 14–16.

14. Положенець В. М., Демченко Д. Ю. Шкодочинність дитиленхозу. Вплив стеблової нематоди виду *Ditylenchus*

nuchenka, M. Ya. Molotskoho. Біла Церква, 2002. Vol. 1. 536 p.

5. Potato growing: research methodology / A. A. Bondarchuk та ін. ; за ред. А. А. Bondarchuka, V. A. Koltunova. Vinnytsia, 2019. 652 p.

6. Potato growing: Breeding / за ред. А. А. Bondarchuka, Т. М. Oliinyk. Vinnytsia : Tvory, 2020. 624 p.

7. Kotiuk L. A. Ecological and biological features of the stem nematode *Ditylenchus destructor Thorne* in potato parasitism in the Polissya region of Ukraine : avtoref. dys. ... kand. biol. nauk: 06.01.11. Kyiv, 1999.

8. Methods of testing and application of pesticides / за ред. S. O. Trybelia. Kyiv : Svit, 2001. 448 p.

9. Guidelines. Evaluation of the source and selection material of potatoes for resistance to bacterial diseases and stem nematodes / V. M. Polozhenets, T. V. Tymoshenko. Zhytomyr, 1994. 12 p.

10. Methodology for assessing potato varieties for resistance to major pests and pathogens / S. O. Trybel та ін. ; за ред. S. O. Trybelia, A. A. Bondarchuka. Kyiv : Ahrar. nauka, 2013. 264 p.

11. New potato varieties are resistant to stem nematode *Ditylenchus destructor Thorne*, 1945 / B. A. Taktaiev, M. M. Furdyha, A. A. Bondarchuk та ін. *Kartopliarstvo*. 2020. Is. 45. P. 20–26.

12. Podhaietskyi A. A., Kravchenko N. V., Hordiienko V. V. The value of interspecific hybrids based on a set of basic agronomic traits. *Kartopliarstvo*. 2012. Is. 41. P. 29–40.

13. Polozhenets V. M., Vernyhora I. F., Tymoshchuk O. A. Protection of potatoes from wet bacterial rot. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2012. No. 10. P. 14–16.

14. Polozhenets V. M., Demchenko D. Yu. Harmfulness of dithilenchosis. Influence of stem nematode *Ditylenchus destructor Thorne*, 1945 on the growth, development and yield of potatoes : bibliography. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2009. No. 1. P. 14–15.

15. Rudenko Yu. F., Polozhenets V. M.

- destructor Thorne, 1945* на ріст, розвиток та урожайність картоплі : бібліографія. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 1. С. 14–15.
15. Руденко Ю. Ф., Положенець В. М. Стійкість сортів до мокрої бактеріальної гнилі бульб. *Захист рослин*. 2002. № 7. С. 10–11.
16. Сигарева Д. Д. Методические указания по выявлению и учету паразитических нематод полевых культур. Киев : Урожай, 1986. 41 с.
17. Системний контроль розвитку і поширення фітогельмінтів *Ditylenchus destructor* в агроеносі картоплі / В. М. Положенець, Т. О. Рожкова, Л. В. Немерицьк, І. А. Журавська. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Агрономія і біологія. 2017. Вип. 9 (34). С. 3–6.
18. Тактаєв Б. А., Фурдига М. М., Осипчук А. А. Особливості селекції картоплі на стійкість проти бактеріозів. *Картоплярство*. 2016. Вип. 43. С. 171–181.
19. Early selection of potato clones with resistance genes: the relationship between combined resistance and agronomical characteristics / Milczarek Dorota, Plich Jaroslaw, Tatarowska Beata, Flis Bogdan. *Breeding Science*. 2017. No. 67. P. 416–420. URL: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.17035>.
20. Latent Infection by *Clavibacter sepedonicus* and Correlation with Ring Rot Symptoms Development in Potato Cultivars / G. Gryń, K. Franke, M. M. Nowakowski, M. Nowakowski. *Potato Research*. 2021. No. 64. P. 459–468.
21. Mercer C. F., Grant J. L. Resistance of white clover variety G49 and its parent lines to stem nematode (*Ditylenchus dipcasi*). *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 1995. No. 38. P. 495–499.
22. Pánková I., Krejzar V. Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* the causal agent of potato ring rot, in the breeding and propagation materials in the three-stage control process. *Journal of Phytopathology and Pest Management*. 2016. No. 3. P. 48–63.
23. Pánková I., Krejzar V., Krejzarová R. Categorisation of reactions and enumeration of bacteria in potato cultivars inoculated with the causal agent of
- Resistance of varieties to wet bacterial rot of tubers. *Zakhyt rostlyn*. 2002. No. 7. P. 10–11.
16. Syhareva D. D. Methodical instructions on detection and accounting of parasitic nematodes of field crops. Kiev : Urozhai, 1986. 41 p.
17. Systemnyi kontrol rozvytku i poshyrennia fitohelmitiv *Ditylenchus destructor* v ahrotsenozii kartopli / V. M. Polozhenets, T. O. Rozhkova, L. V. Nemerytsk, I. A. Zhuravska. *Visnyk Sumskoho nats. ahromoho un-tu*. Ser.: Ahronomiia i biolohiia. 2017. Vyp. 9 (34). S. 3–6.
18. Taktaiev B. A., Furdyha M. M., Osypchuk A. A. Features of potato selection for resistance to bacteriosis. *Kartopliarstvo*. 2016. Is. 43. P. 171–181.
19. Early selection of potato clones with resistance genes: the relationship between combined resistance and agronomical characteristics / Milczarek Dorota, Plich Jaroslaw, Tatarowska Beata, Flis Bogdan. *Breeding Science*. 2017. No. 67. P. 416–420. URL: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.17035>.
20. Latent Infection by *Clavibacter sepedonicus* and Correlation with Ring Rot Symptoms Development in Potato Cultivars / G. Gryń, K. Franke, M. M. Nowakowski, M. Nowakowski. *Potato Research*. 2021. No. 64. P. 459–468.
21. Mercer C. F., Grant J. L. Resistance of white clover variety G49 and its parent lines to stem nematode (*Ditylenchus dipcasi*). *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 1995. No. 38. P. 495–499.
22. Pánková I., Krejzar V. Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* the causal agent of potato ring rot, in the breeding and propagation materials in the three-stage control process. *Journal of Phytopathology and Pest Management*. 2016. No. 3. P. 48–63.
23. Pánková I., Krejzar V., Krejzarová R. Categorisation of reactions and enumeration of bacteria in potato cultivars inoculated with the causal agent of

2016. No. 3. P. 48–63.
23. Pánková I., Krejzar V., Krejzarová R. Categorisation of reactions and enumeration of bacteria in potato cultivars inoculated with the causal agent of bacterial ring rot. *Plant Protect Sci.* 2019. No. 55. P. 11–22.
24. Pest categorisation of *Clavibacter sepedonicus* / Claude Bragard, Katharina Dehnen-Schmutz, Francesco Di Serio et al. EFSA Journal. 2019. Vol. 17. Is. 4. e05670.
25. Plowright R. A., Gill J. R. Aspects of resistance in deepwater rice to the stem nematode *Ditylenchus angustus*. *Fundamental and Applied Nematology*. 1994. No. 17. P. 357–367.
26. Re-classification of *Clavibacter michiganensis* sub-species on the basis of whole-genome and multi-locus sequence analyses / X. Li, J. Tambong, K. X. Yuan et al. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2018. No. 68. P. 234–240.
27. Symptom expression of mainstream and specialty potato cultivars to bacterial ring root (*Clavibacter sepedonicus*) and evaluation of in-field detection / J. L. Whitworth, R. A. Selsted, A. G. Westra et al. *Am. J. Potato Res.* 2019. No. 96 (4). P. 427–444.
- bacterial ring rot. *Plant Protect Sci.* 2019. No. 55. P. 11–22.
24. Pest categorisation of *Clavibacter sepedonicus* / Claude Bragard, Katharina Dehnen-Schmutz, Francesco Di Serio. EFSA Journal. 2019. Vol. 17. Is. 4. e05670.
25. Plowright R. A., Gill J. R. Aspects of resistance in deepwater rice to the stem nematode *Ditylenchus angustus*. *Fundamental and Applied Nematology*. 1994. No. 17. P. 357–367.
26. Re-classification of *Clavibacter michiganensis* sub-species on the basis of whole-genome and multi-locus sequence analyses / X. Li, J. Tambong, K. X. Yuan. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2018. No. 68. P. 234–240.
27. Whitworth J. L., Selsted R. A., Westra A. G., Nolte P., Duellman K., Yellareddygar S. R., Gudmestad N. C. Symptom expression of mainstream and specialty potato cultivars to bacterial ring root (*Clavibacter sepedonicus*) and evaluation of in-field detection. *Am. J. Potato Res.* 2019. No. 96 (4). P. 427–444.

Отримано: 18 липня 2022 р.

Погоджено до друку: 2 вересня 2022 р.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-8

УДК 631.82/1/7:633.162

В. Г. ШЕСТАК, аспірант

Львівський національний університет природокористування
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни Львівського р-ну Львівської обл.,
80381, e-mail: volodyash25@gmail.com

ЗНАЧЕННЯ ФОСФОРНО-КАЛІЙНИХ ДОБРИВ ДЛЯ ДІЇ АЗОТУ ТА НІТРАПРИНУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Проведено дослід у Львівському національному університеті природокористування в районі Пасового Побужжя природо-кліматичної зони Західний Лісостеп від осені 2019 до 2021 р. Мета досліджень – з'ясувати дію фосфорно-калійних добрив за різних норм внесення азоту та застосування інгібітора уреазі «N-Лок™», який стримує утворення нітратів, на агрохімічні показники ґрунту та врожайність ячменю озимого. Ґрунт – темно-сірий лісовий опідзолений легкосуглинковий слабо гумусований (*Greyic Luvisc Phaeozem*). Використано традиційні методи польових досліджень та стандартизовані методики лабораторних аналізів. На фосфорно-калійному фоні $P_{60}K_{60}$ застосування різних систем азотного удобрення ячменю озимого в темно-сірому лісовому опідзоленому легкосуглинковому слабо гумусованому ґрунті до початку весняної вегетації в орному пласті 0–20 см містилося на 35–45 мг/кг ґрунту більше (залежно від року) рухомих фосфатів та на 29–33 мг/кг більше обмінного калію, ніж без фону. Системи азотного удобрення $N_{97}(NH_4NO_3)$ при відновленні вегетації + «N-Лок™» (перед сівбою) або $N_{97}(NH_4NO_3)$ + «N-Лок™» при відновленні вегетації на фосфорно-калійному фоні $P_{60}K_{60}$ та сумарного N_{120} забезпечували стартовий вміст легкогідролізного азоту в орному шарі 132–136 мг/кг ґрунту залежно від умов року.

Внесення під ячмінь озимий $N_{97}(NH_4NO_3)$ + «N-Лок™» у 2020 р. при відновленні вегетації на фоні $N_{23}P_{60}K_{60}$ під оранку забезпечило прибавку врожаю зерна 0,94 т/га, у 2021 р. – 1,09 т/га. Натомість внесення $N_{97}(NH_4NO_3)$ при відновленні вегетації + «N-Лок™» восени перед сівбою на тому ж фоні сприяло підвищенню врожаю на 0,87 т/га у 2020 р. та 1,26 т/га у 2021 р. при врожаї з нормами $N_{23}P_{60}K_{60}$ з осені та N_{37} при відновленні вегетації 6,52 і 6,65 т/га, відповідно, у 2021 та 2020 рр.

Відсутність фосфорно-калійного фону в системі удобрення озимого ячменю зменшувала врожайність культури на 0,25–0,73 т/га залежно від норм азоту та погодних умов вегетації. Урожай зерна за відсутності будь-яких добрив на природно родючому темно-сірому лісовому опідзоленому легкосуглинковому слабо гумусованому ґрунті коливався по роках

дослідження в межах 4,33–4,55 т/га. Але відсутність усіх видів добрив збіднювала орний шар на 12–15 мг/кг ґрунту рухомих фосфатів та на 13–15 мг/кг ґрунту обмінного калію. За внесення лише N₁₂₀ кількість фосфатів зменшувалася ще на 7–9 мг/кг ґрунту, калію – на 6–7 мг/кг ґрунту в різні роки досліджень. Отже, внесення під озимий ячмінь азотних добрив без фосфорно-калійного фону виснажує ґрунт на фосфати й калій більше, ніж без добрив узагалі.

Ключові слова: рухомий фосфор, обмінний калій, легкогідролізний азот, нітрати, інгібітор уреаз, ячмінь озимий, урожайність зерна.

Volodymyr Shestak

Lviv National University of Nature Management

The value of phosphorus-potassium fertilizers for the action of nitrogen and nitropryrin by the winter barley cultivation in Western Forest-Steppe

Experiments were conducted at the Lviv National University of Nature Management in the area of Pasmove Pobuzhzhia of the Western Forest-Steppe nature-climatic zone from the fall of 2019 to 2021. The research aim – to find out the effect of phosphorus-potassium fertilizers at different rates of nitrogen application and the use of the urease inhibitor N-LokTM, which deters nitrates' formation, on the agrochemical parameters of the soil and the yield of winter barley. The soil is a dark-gray forestal gleyed light-loamy with low humus content (Greyic Luvic Phaeozem). Traditional methods of field research and standardized methods of laboratory analyzes were used. On the phosphorus-potassium background P₆₀K₆₀, the application of various nitrogen fertilization systems of winter barley in dark-gray forestal gleyed light-loamy soil with low humus content before the beginning of spring vegetation, the 0–20 cm arable layer contained 35–45 mg/kg of soil more (depending on the year) mobile phosphates and 29–33 mg/kg more exchangeable potassium than without background.

Nitrogen fertilization systems N₉₇(NH₄NO₃) during vegetation restoration + N-LokTM (before sowing) or N₉₇(NH₄NO₃) + N-LokTM during vegetation restoration on phosphorus-potassium backgrounds P₆₀K₆₀ and total N₁₂₀ ensured the initial content of easily hydrolyzable nitrogen in the arable layer 132–136 mg/kg of soil, depending on the conditions of the year.

Application under winter barley N₉₇(NH₄NO₃) + N-LokTM in 2020 during the restoration of vegetation on the background of N₂₃P₆₀K₆₀ under plowing provided an increase in grain yield by 0.94 t/ha, in 2021 – 1.09 t/ha. Instead, application of N₉₇(NH₄NO₃) during the restoration of vegetation + N-LokTM in the fall before sowing on the same background contributed to an increase in yield by 0.87 t/ha in 2020 and 1.26 t/ha in 2021 when harvested with N₂₃P₆₀K₆₀ norms from the fall and N₃₇ during the restoration of vegetation 6.52 and 6.65 t/ha in 2021 and 2020, respectively.

The absence of a phosphorus-potassium background in the fertilization system of winter barley reduced the yield of the crop by 0.25–0.73 t/ha, depending on the nitrogen rates and weather conditions of the growing season. The grain yield

in the absence of any fertilizers on the naturally fertile dark-gray forestal gleyed light-loamy with low humus content fluctuated in the range of 4.33–4.55 t/ha over the years of the study. But the absence of all types of fertilizers impoverished the arable layer by 12–15 mg/kg of soil in mobile phosphates, and by 13–15 mg/kg of soil in exchangeable potassium. With the application of only N₁₂₀, the amount of phosphates decreased by 7–9 mg/kg of soil, potassium – by 6–7 mg/kg of soil in different years of research. Therefore, the introduction of nitrogen fertilizers under winter barley without a phosphorus-potassium background depletes the soil of phosphates and potassium more than without fertilizers at all.

Keywords: mobile phosphorus, exchangeable potassium, easily hydrolyzable nitrogen, nitrates, urease inhibitor, winter barley, grain yield.

Вступ. Деградація ґрунтів України активізувалася 30 років тому за значного зменшення внесення оптимальних мінеральних і органічних добрив та посилюється в умовах несприятливої трансформації клімату [5, 18, 21, 35]. Прагнення отримати швидкий прибуток у максимальному обсязі на тлі стрімких змін клімату в Україні призвело до нещадної, ірраціональної експлуатації ґрунтових ресурсів [16, 22] та проблем довкілля [24, 27]. Тому в недалекому майбутньому країні загрожують катастрофічні наслідки.

Розрахунки свідчать [16], що разом із сумарним збором зерна з українських полів у 2019 р. вилучено 1888 тис. тонн азоту, 275 тис. тонн фосфору, 386 тис. тонн калію. Водночас 1295 тис. тонн азоту, 187 тис. тонн фосфору і 262 тис. тонн калію транспортовано за кордони України в складі експортного зерна цього ж року. Пшениця озима містила найбільше Р і К, експортованих із зерном за кордон. 144 тис. тонн N і 26 тис. тонн K експортовано із зерном сої. 100 тис. тонн азоту, 18 тис. тонн фосфору і 23 тис. тонн калію вивезено за кордони України у 2019 р. із зерном ячменю озимого.

Згідно з розрахунками [5, 11], застосування добрив упродовж 2015–2019 рр. в Україні зростає. Сільськогосподарські виробники у 2019 р. внесли 76 кг N, по 17 кг Р і К на 1 га сільськогосподарських земель. Показник сумарної кількості N, Р і К значно вищий у країнах Європи й коливається в межах 200–300 кг/га. Виробники не вносили необхідні норми добрив і не дотримувались співвідношення між елементами живлення при удобренні культур. Перевагу було надано азотним добривам.

Виробники аграрної продукції в Україні мають бути зобов'язані урядом держави вносити на поля всі види добрив, що містять не менше N₁₅₀P₄₁K₃₅ [12]. Для цього вони повинні відмовитися від

отримання максимального прибутку на природно родючих ґрунтах завдяки економії витрат на їхнє удобрення та меліорації.

Ефективність добрив коливається залежно від клімату зон і погодних умов вегетації [23, 29, 35]. У посушливу пору року мінералізація органічних складових ґрунту знижується, а у вологу пору року, коли вологість його найвища, в зоні кореневої системи мінералізація активізується. При регулярному застосуванні високих норм мінеральних добрив, окрім збору високих врожаїв, у ґрунтах створюється запас поживних речовин (N, P, K, Ca, Mg та ін.) [29, 36]. Важливо поєднувати внесення всіх мінеральних добрив (NPK) і гною, що також позитивно впливає на рН верхнього шару ґрунту [16, 19, 28].

Вирощування ячменю озимого вигідне, але має свої технологічні особливості, визначені біологією сортів. Унаслідок швидкого проходження фаз розвитку й швидкого росту навесні ячмінь озимий вирізняється підвищеними вимогами до рівня живлення [2, 6, 10]. На формування 1 тонни зерна ячмінь озимий використовує приблизно: N – 15–20 кг; P₂O₅ – 6–10 кг; K₂O – 4–8 кг; CaO – 0,6–2,0 кг; MgO – 1–3 кг [8, 9]. Тому для нього дуже важливим є збалансоване мінеральне живлення, особливо в початковий період росту та розвитку. На початку кущення рослини ячменю потребують приблизно половину фосфору, що засвоюється рослиною, у фазі виходу в трубку – 2/3 кількості калію і більше 50% азоту. На початок цвітіння потреба в елементах живлення ячменем досягає 80–85% [7].

Не вивченим залишається питання стабілізації азоту в ґрунті інгібіторами нітрифікації при вирощуванні ячменю озимого в зонах промивного й напівпромивного режиму зволоження [31, 33]. Високі норми азотного удобрення зазвичай або діють надто активно, провокуючи ріст рослин у висоту, або за дощової погоди спричиняють втрати нітратних форм із ґрунту. Зокрема, внесення нітрапірину в різних препаратних формах запобігає втраті ґрунтового азоту через вилугування або змив нітратів (NO₃⁻), або газоподібних викидів азоту (N₂) та закису азоту (N₂O) [25, 26, 30, 34]. Уже 40 років нітрапірин застосовують у США як інгібітор уреазі з метою підвищення врожайності культур і зменшення впливу на довкілля азотних добрив, які використовують у сільському господарстві [36].

Метою наших досліджень було вивчення дії фосфорно-калійних добрив за різних норм внесення азоту та застосування інгібітора нітрифікації «N-Лок™» на агрохімічні показники ґрунту та врожайність ячменю озимого.

Матеріали і методи. Досліди провели у Львівському національному університеті природокористування (ЛНУП). ЛНУП має дослідне поле в м. Дубляни, розташоване в районі Пасмового Побужжя природо-кліматичної зони Західний Лісостеп. Координати: N 49°54'14"; E 24°05'10". Висота над рівнем моря – 258 м. Польові досліди закладали за традиційною методикою в агрономії.

На досліді ми описали розріз темно-сірого опідзоленого ґрунту перед початком робіт для з'ясування генетико-морфологічної будови профілю та відбору зразків для аналізу. Рельєф дослідної ділянки – нижня виположена частина схилу. Вид угіддя – рілля. Поверхня ґрунту – грудкувата. Ґрунт – темно-сірий лісовий опідзолений легкосуглинковий слабо гумусований – *Greyic Luvic Phaeozem* (WRB, 2015) [37].

До закладання дослідів вміст легкогідролізного азоту за методом Корнфілда в товщі 0–20 см становив 65–70 мг/кг ґрунту. Він знижувався в пласті 20–40 см до 50–53 мг/кг ґрунту. Визначення азоту легкогідролізного (Nh) проводили згідно з ДСТУ 7863:2015. Для цього наважку ґрунту гідролізували 1 моль/л розчином NaOH в чашках Конвея протягом 48 годин в термостаті при 28°C. В результаті цього виділявся азот органічних сполук у вигляді NH₃, який поглинався розчином борної кислоти й потім кількісно визначався титруванням 0,02 моль/л розчином H₂SO₄. Вміст нітратного азоту (Nn) визначали потенціометрично за допомогою йонселективного нітратного електрода в сольовій витяжці 1%-го розчину алюмокалієвого галуну при співвідношенні ґрунту до розчину 1:2,5. За показниками йономіра і калібрувального графіка визначали вміст нітратного азоту. Стандартні розчини для калібрування приладу й калібрувальний графік готували з використанням 1•10⁻¹М KNO₃ шляхом поступового десятиразового розбавлення його дистильованою водою до концентрації 1•10⁻²М, 1•10⁻³М, 1•10⁻⁴М. Вміст нітратів у ґрунті, в мг/кг, знаходили за величиною рNO₃.

До закладання дослідів вміст нітратного азоту змінювався від 20–28 мг/кг ґрунту в пласті 0–20 см до 16–18 мг/кг у пласті 20–40 см. Вміст фосфору у верхньому 20-сантиметровому шарі становить 49–50 мг/кг ґрунту. Рухомі сполуки фосфору визначали за Чириковим (ДСТУ 4115-2002). Вміст фосфору поступово знижується до 43–45 мг/кг чистого з глибиною. Вміст обмінного калію за Чириковим (ДСТУ 4115-2002) у перерахунку на K₂O становить 34–36 мг/кг ґрунту в пласті 0–20 см. Його кількість зменшується до 25–28 мг/кг ґрунту в пласті 20–40 см.

За програмою досліджень перед закладанням досліду до сівби, по відновленню вегетації, перед початком колосіння й перед збиранням було взято зразки ґрунту з глибини 0–20 та 20–40 см. Аналізи виконали на базі філіалу кафедри агрохімії та ґрунтознавства ЛНУП в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. Проби ґрунту відбирали й готували до аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464 2001.

Для експериментування з нормами й формами азотних добрив і внесенням нітрапірину розробили схему дослідження (табл. 1).

1. Схема польового експерименту

№ ва-ріанта	Зміст варіанта	N, кг/га д. р.
1	Без добрив	0
2	Без добрив + «N-Лок™»	0
3	Фон – N ₂₃ P ₆₀ K ₆₀ (NH ₄) ₂ HPO ₄ +NH ₄ NO ₃ +KCl (перед сівбою)	23
4	Фон + «N-Лок™» (перед сівбою)	23
5	Фон + N ₉₇ (CH ₄ N ₂ O) (перед сівбою)	120
6	Фон + N ₉₇ (CH ₄ N ₂ O) + «N-Лок™» (перед сівбою)	120
7	Фон + N ₉₇ (CH ₄ N ₂ O) + «N-Лок™» (відновлення вегетації)	120
8	N ₂₃ (NH ₄ NO ₃) (перед сівбою) + N ₆₇ (відновлення вегетації) + N ₃₀ (початок колосіння)	120
9	Те саме + «N-Лок™» (відновлення вегетації)	120
10	Фон + N ₃₇ (NH ₄ NO ₃) (відновлення вегетації) (контроль)	60
11	Фон + N ₃₇ (NH ₄ NO ₃) + «N-Лок™» (відновлення вегетації)	60
12	Фон + N ₆₇ (NH ₄ NO ₃) (відновлення вегетації)	90
13	Фон + N ₆₇ (NH ₄ NO ₃) + «N-Лок™» (відновлення вегетації)	90
14	Фон + N ₉₇ (NH ₄ NO ₃) (відновлення вегетації)	120
15	Фон + N ₉₇ (NH ₄ NO ₃) (відновлення вегетації) + «N-Лок™» (перед сівбою)	120
16	Фон + N ₉₇ (NH ₄ NO ₃) + «N-Лок™» (відновлення вегетації)	120
17	Фон + N ₆₇ (відновлення вегетації) + N ₃₀ (початок колосіння)	120
18	Фон + N ₆₇ (відновлення вегетації) + N ₃₀ (початок колосіння) + «N-Лок™» (відновлення вегетації)	120

Технологію вирощування ячменю озимого було використано традиційну: оранка на 20–22 см, внесення добрив – діаміфоски (NH₄)₂HPO₄ + NH₄NO₃ + KCl – N₁₀P₂₆K₂₆) під передпосівну культивування в нормі згідно зі схемою досліду, сівба сортом Хайлайт [15] в оптимальні терміни з рекомендованою нормою висіву насіння

3,8 млн зерен на га. Карбамід ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O} - \text{N}_{46}$) вносили під передпосівну культивуацію в нормі згідно зі схемою досліду. Частина азотних добрив у формі аміачної селітри ($\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{N}_{34}$) було внесено весною при відновленні вегетації, частину – перед початком колосіння (в нормах згідно зі схемою досліду, табл. 1). Інгібітор нітрифікації «N-Лок™» вносили за схемою досліду в нормі 1,2 л/га. Препарат «N-Лок™» – промисловий стабілізатор азоту, що має діючу речовину (д. р.) 2-Хлор-6-(трихлорметил)-пірідін, хімічна формула $\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_4\text{N}$. Д. р. є ґрунтовим бактеріцидом, функціонує як інгібітор утворення ензиму уреазы, чим запобігає гідролізу аміачних сполук. Його дія на бактеріоценоз ґрунту й пригнічення нітрифікації триває 8–10 тижнів. Нітрапірин повністю розкладається як у ґрунті, так і в рослинах [32].

Статистичний аналіз даних проводили за допомогою пакетів «Microsoft Excel», «Statistica 10», а також власної програми «Dispersion.exe», розміщеної в інтернеті (<https://github.com/dimbaida/variance-analysis>).

Результати та обговорення. Генетично темно-сірий опідзолений ґрунт має такі природні усереднені агрохімічні показники [1, 2, 14]: pH_{KCl} – 5,7–5,9; гідролітична кислотність і сума ввібраних основ становили, відповідно, 2,80–2,40 і 22,0–22,7 ммоль/100 г ґрунту, вміст гумусу – 2,18–2,38%, легкогідролізних сполук мінерального азоту – 71–91, рухомих сполук фосфору – 94–105 та обмінних сполук калію – 84–96 мг/кг ґрунту.

Упродовж вегетації неудобрений темно-сірий опідзолений ґрунт Північного Лісостепу України [3, 17] втрачає за поступового зменшення вмісту P_2O_5 у варіантах без внесення добрив 5–8% його запасу до кінця вегетації. За систематичного використання добрив слід розраховувати на підвищення вмісту в орному шарі ґрунту рухомих форм фосфору порівняно з контролем (без добрив) до 10%. Забезпеченість ґрунту рухомих фосфором за систематичного внесення добрив досягає високого ступеня.

В районі Пасового Побужжя, де розташоване дослідне поле ЛНУП, внесення фосфорно-калійних туків у нормі $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ перед сівбою озимого ячменю у 2019 р. зумовлювало підвищення ресурсу рухомого фосфору на початку вегетації у 2020 р. на 73% (від 112 мг/кг у неудобраному варіанті 1 до 154 мг/кг ґрунту на удобраному фоні, рис. 1). Такий рівень вмісту рухомого фосфору – 151–154 мг/кг ґрунту – підтримувався в усіх 14 фонових варіантах, де змінювалася лише система азотного удобрення. Тільки у варіантах 8 і 9, де внесли під

ячмінь озимий по 120 кг/га азоту без фосфорно-калійного фону, ресурс фосфатів на весну залишався на рівні контролю без добрив.

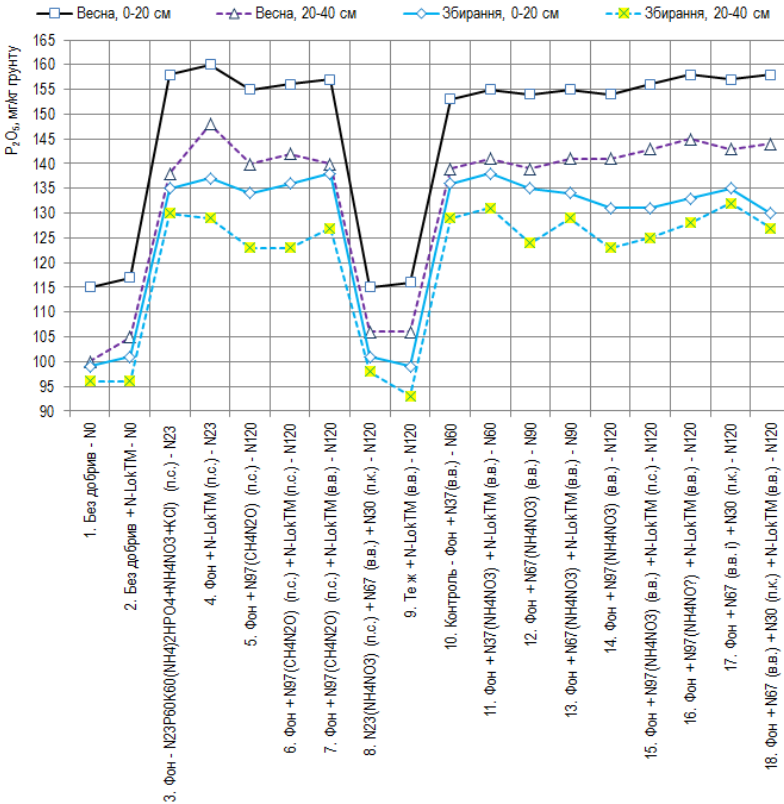


Рис. 1. Зміни вмісту доступних солей фосфору в ґрунті упродовж вегетації залежно від систем удобрення ячменю озимого у 2020 р. ($p < 0,05$)

Слід звернути увагу, що підорний горизонт 20–40 см темно-сірого лісового опідзоленого легкосуглинкового слабо гумусованого ґрунту є достатньо потужним резервом кореневого живлення ячменю озимого. Він містить лише на 50 мг/кг ґрунту менше фосфатів за якісної глибокої заробки туків під оранку.

Подібна закономірність повторилася у 2021 р. тільки на ледь помітно вищому рівні вмісту фосфатів – 153–160 мг/кг ґрунту в орному шарі (рис. 2).

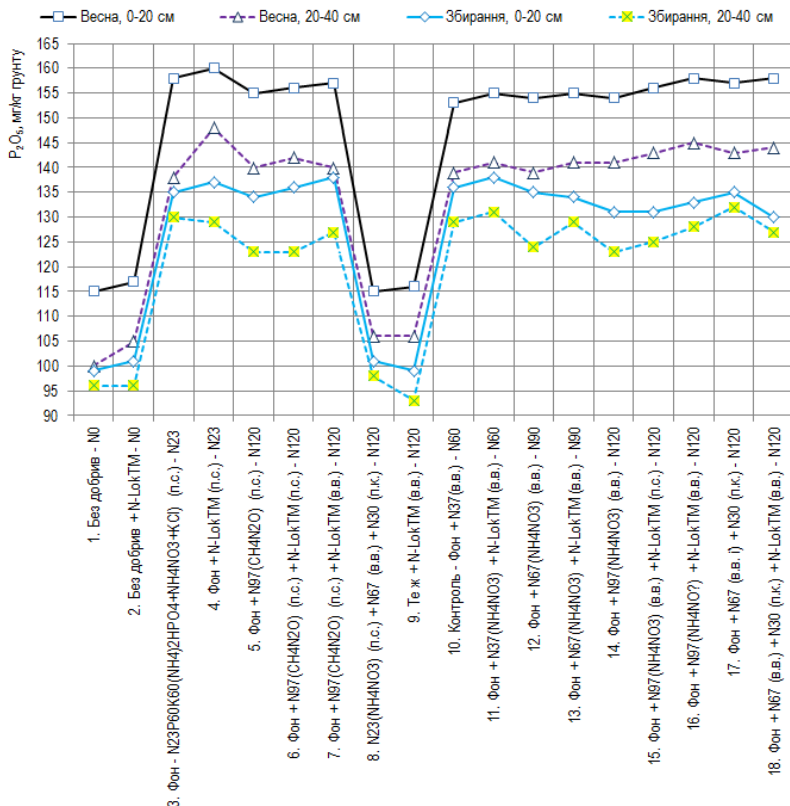


Рис. 2. Зміни вмісту доступних солей фосфору в ґрунті упродовж вегетації залежно від систем удобрення ячменю озимого у 2021 р. ($p < 0,05$)

Формування фітомаси ячменю озимого під час росту й розвитку рослин потребувало асиміляції ґрунтового фосфору, тому його ресурси в орному й підорному шарах до збирання врожаю зменшилися (див. рис. 1 і 2). За однакового фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ як у 2020 р.,

так і у 2021 р. простежується виразна тенденція більшого виснаження ґрунту за збільшення норми азоту до 120 кг/га д. р.

Особливо велике зниження вмісту рухомих фосфатів виявлено за внесення 120 кг/га д. р. азоту без фосфорно-калійних добрив (вар. 8 і 9). У 2020 р. воно становило по 4 мг/кг ґрунту в орному й підорному пластах, у 2021 р. – 3 мг/кг ґрунту в підорному шарі порівняно з природним вмістом у неудобреному варіанті 1. Порівняно з удобреним варіантом 3, де внесли $P_{60}K_{60}$ та N_{23} , зменшення становило 38–40 в орному та 34–36 мг/кг ґрунту в підорному пласті.

Отже, ресурси ґрунтового фосфору, який вагомо збільшується при внесенні P_{60} під осінню оранку, виснажуються до збирання врожаю тим більше, чим більше внесено під ячмінь озимий азотних добрив – 23, 60, 90 чи 120 кг/га д. р.

Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{45}P_{30}K_{30}$ під ячмінь ярий в умовах Пасмового Побужжя упродовж 2013–2015 рр. [13] супроводжувалося підвищенням вмісту рухомого фосфору в орному шарі, відповідно, на 24 та 35 мг/кг ґрунту. З підвищенням норми добрив перевищення варіанта без удобрення сягало вже 32 і 41 мг/кг ґрунту відповідно. Найвищий вміст фосфатів спостерігали на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{45}K_{45}$ – 124 мг/кг ґрунту, що перевищувало контроль на 42 мг/кг ґрунту, або на 51%.

А. В. Бикін і І. П. Поліщук довели [3], що під впливом систематичного використання добрив під моркву столову помітно поліпшувався калійний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту. На початку вегетації вміст обмінного калію в орному шарі підвищувався на 17%, у фазу 6–8 листків – на 20%, 9–10 листків – на 11%, у період технічної стиглості – на 30% порівняно з контролем (без добрив). На початку дослідів на неудобреному фоні забезпеченість вказаної ґрунтової відміни калієм відповідала низькому рівню, тоді як у варіантах із внесенням добрив вона досягла середнього рівня. Такі висновки опублікували й інші автори [20].

На неудобреному контролі у фазі відновлення вегетації у 2020 р. в орному пласті темно-сірого лісового опідзоленого легкосуглинкового слабо гумусованого ґрунту містилося 41 мг/кг ґрунту, у підорному – 33 мг/кг ґрунту обмінного калію (рис. 3).

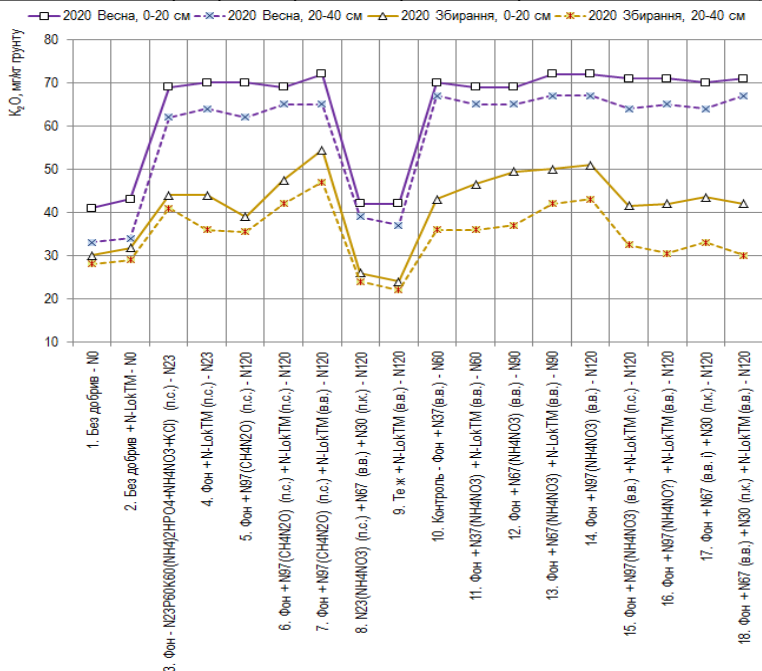


Рис. 3. Зміни вмісту обмінного калію в ґрунті упродовж вегетації залежно від систем удобрення ячменю озимого у 2020 р. ($p < 0,05$)

Близькими були параметри у варіантах 8 і 9, де також не було фосфорно-калійного фону, відповідно, містилося 42 і 39 мг/кг ґрунту та 42 і 37 мг/кг ґрунту обмінного калію.

Внесення під ячмінь озимий 120 кг д. р. азоту, особливо з нітрапірином, спричинило глибше виснаження ґрунту як на рухомі фосфати, так і на обмінний калій унаслідок вищого врожаю, ніж у варіанті 1 – зовсім без добрив. Залишок ресурсу калію до збирання врожаю становив в орному шарі 26–24 мг/кг ґрунту. Отже, нітрапирин зумовлює додаткове виснаження ґрунту у зв'язку з підвищенням врожаю зерна ячменю ярого. Дещо менше калію винесено ячменем у 2021 р., хоча закономірності повторюються в усіх варіантах (рис. 4).

У 2020 р. внесення калійних добрив під оранку в нормі $P_{60}K_{60}$ забезпечило підвищення ресурсу обмінного калію як в орному, так і підорному шарах ґрунту в середньому на 30 мг/кг ґрунту (рис. 3). За

вегетаційний період ячмінь озимий асимілював орієнтовно 20–25 мг/кг ґрунту калію залежно від фону азотного живлення. Чим більша норма удобрення культури – 23, 60, 90, 120 азоту, тим сильніше виснаження ґрунту на обмінні форми калію. Нітрапірин у кожному випадку застосування спричиняв ще більше збіднення ґрунту на калій.

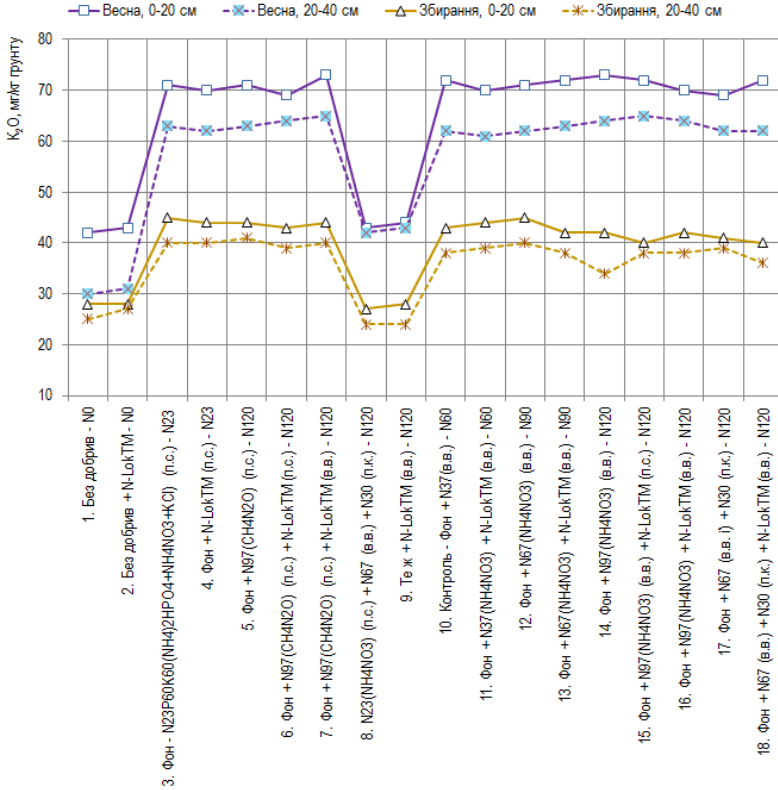


Рис. 4. Зміни вмісту обмінного калію в ґрунті упродовж вегетації залежно від систем удобрення ячменю озимого у 2021 р. ($p < 0,05$)

Проте до збирання в ґрунті залишалося приблизно на 10–20 мг/кг ґрунту більше обмінного калію у варіантах застосування $P_{60}K_{60}$ під оранку.

Максимальне середнє по профілю 0–40 см зниження обмінного калію до збирання у варіантах 15 і 18 за удобрення N_{120} на фоні $P_{60}K_{60}$ досягло 36–40 мг/кг ґрунту. Отже, його використання в цих варіантах становило 27–37 мг/кг ґрунту. Нітрапін призводив до додаткового виносу калію в обидва роки за різних норм азоту під ячмінь озимий.

Отже, калійне удобрення ґрунту під ячмінь озимий дає змогу підтримувати вміст обмінного калію в орному й підорному пластах у приблизно півтора-два рази вищим від фонового неудобреного варіанта за різних норм азоту. Але основний життєдайний асимілят рослин – азот – спричинює активніше виснаження ґрунту залежно від величини норми азотних добрив.

Дослідженнями в Пасмовому Побужжі Західного Лісостепу [4] встановлено, що за впливу різних норм мінеральних добрив вагомо змінюється вміст легкогідролізних форм азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті при вирощуванні ячменю ярого. Результати досліджень виявили позитивну динаміку вмісту легкогідролізного азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті у варіантах із внесенням $N_{60}P_{45}K_{45}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$. Вміст у ґрунті в орному шарі легкогідролізного азоту був більшим порівняно з неудобреним варіантом на 42–43 і 50–55 мг/кг ґрунту відповідно.

Проте немає даних щодо впливу підвищених і високих норм азотного удобрення ячменю озимого в Пасмовому Побужжі на ресурси легкогідролізних форм основного елемента живлення, який визначає величину максимального врожаю в сортів колосових культур інтенсивного типу.

У наших дослідженнях за відсутності удобрення спостерігали малий (природний) вміст легкогідролізного азоту в орному й підорному пластах ґрунту, і він ще зменшився до збирання врожаю до 44–67 мг/кг сухої маси (рис. 5 і 6).

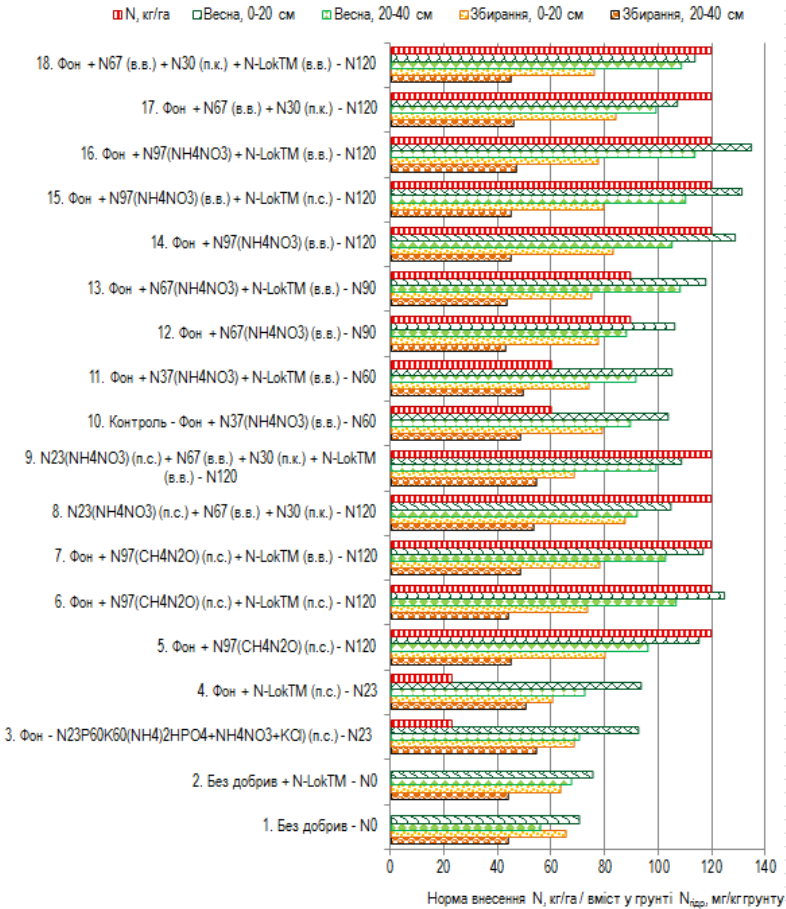


Рис. 5. Зміни ресурсів легкогідролізного азоту в ґрунті під впливом азотного удобрення та нітрапірину упродовж вегетації у 2020 р. ($p < 0,05$): п. с. – перед сівбою; в. в. – відновлення вегетації; п. к. – початок колосіння

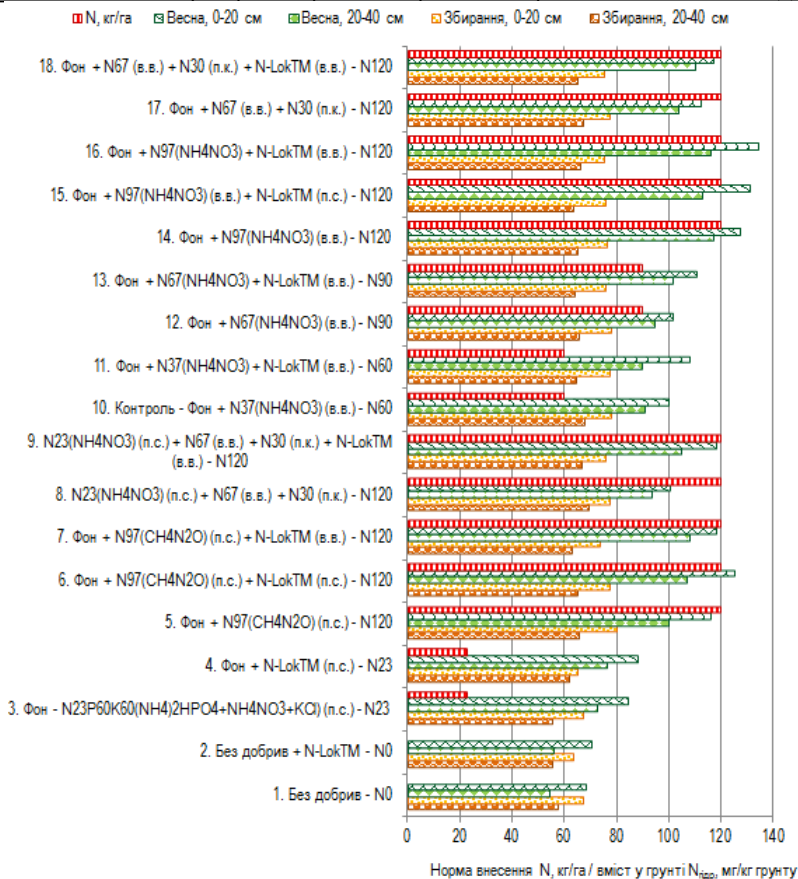


Рис. 6. Зміни ресурсів легкогідролізного азоту в ґрунті під впливом азотного удобрення та нітрапірину упродовж вегетації у 2021 р. ($p < 0,05$): п. с. – перед сівбою; в. в. – відновлення вегетації; п. к. – початок колосіння

Внесення в ґрунт N₁₂₀P₆₀K₆₀ (N₂₃ перед сівбою та N₉₇ при відновленні вегетації у формі карбаміду – варіант 5) спричинило збільшення концентрації легкогідролізного азоту на 31–37 мг/кг в пласті 0–20 см в обидва роки досліджень. Нітрапірин у 2020 р. діяв ефективніше при внесенні препарату під передпосівну культивуацію

ячменю (вар. 6) порівняно з його внесенням у період відновлення вегетації озимого ячменю.

Збільшення ресурсу легкогідролізного азоту на початку вегетації спостерігалось при внесенні $N_{23}P_{60}K_{60}$ восени + N_{37} у відновлення вегетації (вар. 10). Внесення нітрапірину і збільшення норми на N_{37} (вар. 11) та N_{67} (вар. 12) у відновлення вегетації ще більше підвищувало концентрацію легкогідролізного азоту в орному пласті. Проте його вміст сягнув найвищого діапазону – 110–132 та 113–131 мг/кг – від внесення $N_{23}P_{60}K_{60}$ восени + N_{97} у відновлення вегетації без нітрапірину (вар. 15) та з нітрапірином 111–135 і 116–135 мг/кг (вар. 16) у 2020 та 2021 рр. дослідження (див. рис. 6).

Інгібітор уреазы сприяв підвищенню вмісту легкогідролізного азоту в ґрунті як при внесенні до сівби (восени – на 3 мг/кг), так і у відновлення вегетації (весною – на 6 мг/кг) в обидва роки дослідження. В усіх варіантах поєднання дози азоту з внесенням нітрапірину спричиняло відносно підвищення ресурсу легкогідролізного азоту в орному та підорному пластах ґрунту. Про ефективність інгібіторів нітрифікації в регулюванні азотного живлення є багато досліджень за кордоном [27, 31, 32, 33].

До збирання врожаю рівень концентрації легкогідролізного азоту знижувався до природного для ґрунту вмісту, але стрімкіше в тих ефективних варіантах, які забезпечили вищий врожай ячменю озимого. Отже, винос фітомасою ячменю там був інтенсивніший, ніж у менш врожайних варіантах дослідіду.

На темно-сірому опідзоленому ґрунті Північного Лісостепу України систематичне внесення роздрібнених доз мінеральних добрив ($N_{50}P_{50}K_{100}$ + $N_{20}P_{20}K_{20}$) за вирощування моркви столової сприяло мінеральному живленню й вимогам рослин [17]. Порівняно з контролем (без добрив) на період сходів вміст форм азоту, що легко гідролізуються, підвищувався на 20%, а мінеральних сполук – на 66%. До завершення вегетації підвищення становило, відповідно, 20 і 42%, що свідчить про достатню забезпеченість рослин азотом.

Головним критерієм оцінювання дієвості певних концентрацій поживних речовин у ґрунті є їхній вплив на кінцевий результат росту й розвитку ячменю озимого – врожай зерна. Без мінеральних добрив можна отримувати на темно-сірому лісовому опідзоленому легкосуглинковому середньо гумусованому ґрунті 4,33–4,55 т/га зерна залежно від умов року. Внесення перед сівбою $N_{23}P_{60}K_{60}$ ($(NH_4)_2HPO_4$ + NH_4NO_3 + KCl) + N_{37} при відновленні вегетації було прийнято за виробничий контроль (вар. 10).

У 2020 р. поєднання фонового удобрення $N_{23}P_{60}K_{60}$ з різними нормами азоту N_{67-97} у формі аміачної селітри (вар. 12, 14 і 17) підвищувало врожай зерна в діапазоні від 0,26 до 0,44 т/га (рис. 7). Застосування нітрапірину в цих варіантах (вар. 13, 15, 16 і 18) максимально підвищувало врожайність ячменю ярого в діапазоні від 0,38 до 0,77 т/га відносно виробничого контролю – $N_{23}P_{60}K_{60}(NH_4)_2HPO_4 + NH_4NO_3 + KCl$ (перед сівбою) + $N_{37}(NH_4NO_3)$ (відновлення вегетації). Внесення під озимий ячмінь лише азотних добрив у максимальній нормі N_{120} у формі аміачної селітри без фосфорно-калійного фону не забезпечило істотного підвищення врожаю відносно виробничого контролю. Лише внесення весною нітрапірину істотно підвищило збір зерна на 0,28 т/га порівняно з контролем (вар. 10).

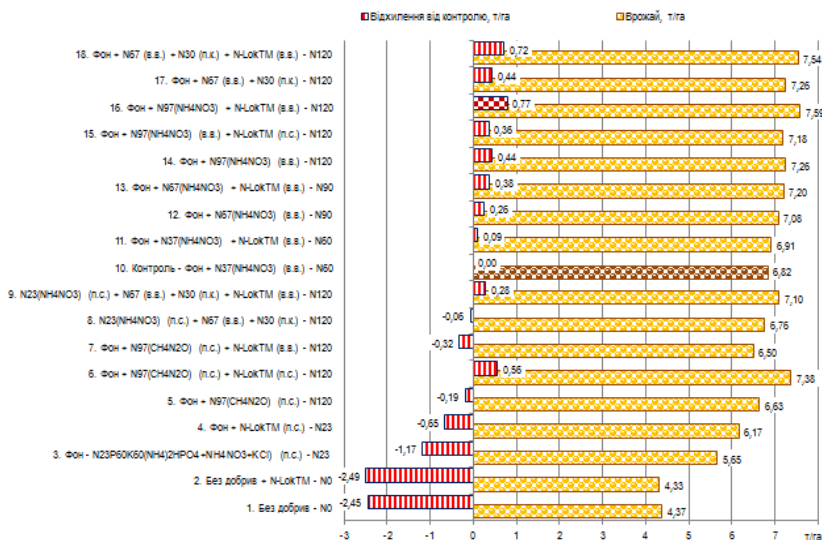


Рис. 7. Врожайність ячменю озимого залежно від норм азотного удобрення та нітрапірину у 2020 р. та відхилення відносно контролю ($P < 0,05$; помилка різниці середніх, 0,13 т/га; $HP_{05} = 0,26$ т/га; коефіцієнт варіації, 2,4%)

Використання карбаміду замість аміачної селітри за максимальної норми N_{120} і внесення добрива перед сівбою ячменю озимого мало позитивний результат лише в поєднанні з одночасним

внесенням нітрапірину. Приріст врожайності становив у 2020 р. 0,56 т/га, у 2021-му (рис. 8) – 0,38 т/га порівняно з контролем. Перенесення застосування нітрапірину на весну у фазу відновлення вегетації знівелювало його ефективність. Отже, за використання сечовини під озимий ячмінь з осені стабілізатор азоту слід вносити під передпосівну культивуацію.

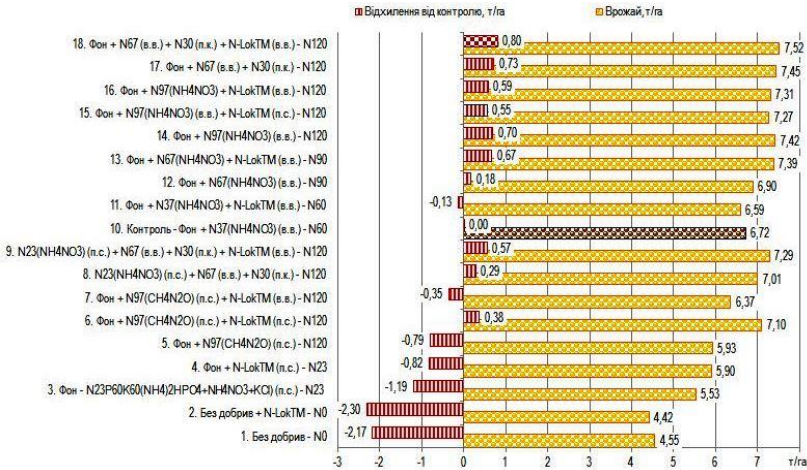


Рис. 8. Врожайність озимого ячменю залежно від норм азотного удобрення та нітрапірину у 2021 р. та відхилення відносно контролю ($P < 0,05$; помилка різниці середніх, 0,164 т/га; $HP_{05} = 0,33$ т/га; коефіцієнт варіації, 3,0%)

2021 р. вирощування був менш сприятливим за попередній. Проте позитивна дія стабілізатора азоту проявилася ще виразніше. Приріст врожаю за внесення $N_{23}P_{60}K_{60}(NH_4)_2HPO_4 + NH_4NO_3 + KCl$ + N_{67} (у відновлення вегетації) + N_{30} (у початок колосіння) + «N-Лок™» при відновленні вегетації (вар. 18) досяг 0,80 т/га відносно виробничого контролю – $N_{23}P_{60}K_{60}(NH_4)_2HPO_4 + NH_4NO_3 + KCl$ (перед сівбою) + $N_{37}(NH_4NO_3)$ (відновлення вегетації).

У таблиці 2 наведено коефіцієнти взаємозв'язку параметрів основних поживних ресурсів для рослин. На початку весняної вегетації азот, фосфор і калій у доступних формах виключно позитивно – від помірно до значно (Chaddock, 1925) – корелювали між собою ($r = 0,30-0,52$). До збирання ситуація змінилася на дзеркально

2. Значні та помірні коефіцієнти кореляції Пірсона між параметрами агрохімічних змін у ґрунті упродовж періоду вегетації під впливом норм удобрення при вирощуванні ячменю озимого, r_{\pm}

Показники	2020				2021		
	$N_{г\text{гдр}}$, весна, 0–20 см	$N_{г\text{гдр}}$, весна, 20–40 см	$N_{г\text{гдр}}$, збирання, 0–20 см	$N_{г\text{гдр}}$, збирання, 20–40 см	$N_{г\text{гдр}}$, весна, 0–20 см	$N_{г\text{гдр}}$, весна, 20–40 см	$N_{г\text{гдр}}$, збирання, 0–20 см
P_2O_5 , весна, 0–20 см	0,49	0,47	–0,36	–0,33	0,30	0,39	–0,47
P_2O_5 , збирання, 0–20 см	0,26	0,23	–0,43	–0,42	0,26	0,35	–0,45
P_2O_5 , збирання, 20–40 см	0,22	0,18	–0,47	–0,46	0,24	0,33	–0,38
K_2O , весна, 0–20 см	0,52	0,51	–0,39	–0,34	0,35	0,44	–0,44
K_2O , збирання, 0–20 см	0,18	0,18	–0,44	–0,37	0,19	0,29	–0,44

Урожайність ячменю озимого упродовж двох років формувалась на різних фонах мінерального удобрення. З таблиці 3 видно, що рівень врожаю 2020 р. тісніше корелював з азотно-фосфорними фонами живлення, ніж 2021 р. Тіснішу кореляцію залишків обмінного калію в усій товщі ґрунту виявлено у 2021 р. порівняно з попереднім роком, який був дещо сушішим у вегетацію ячменю. Високі коефіцієнти кореляції азоту, фосфору й калію на старті вегетації з урожаєм 2020 р. свідчать про вирішальне значення мінерального удобрення для отримання високих зборів зерна, особливо в менш сприятливі роки.

3. Коефіцієнти кореляції Пірсона між параметрами агрохімічних змін у ґрунті упродовж періоду вегетації під впливом норм удобрення та врожайністю ячменю озимого, r_{\pm}

Показники	Урожайність	
	2020	2021
N _{гидр} , весна, 0–20 см	0,87	0,84
P ₂ O ₅ , весна, 0–20 см	0,59	0,69
P ₂ O ₅ , збирання, 0–20 см	0,34	0,67
K ₂ O, весна, 0–20 см	0,59	0,68
K ₂ O, збирання, 0–20 см	0,39	0,73
K ₂ O, збирання, 20–40 см	0,17	0,60
Урожайність 2021 р.	0,97	–

Співвідношення доступних форм азоту в ґрунті має велике значення для ефективного використання азоту й запобігання втратам нітратів у період інтенсивних опадів. В таблиці 4 показано, що існувала тісна позитивна кореляція двох досліджених форм азоту на старті вегетації у 2020 р. ($r = 0,79-0,84$).

4. Високі й середні коефіцієнти кореляції Пірсона між параметрами змін азотних агрохімічних показників у ґрунті упродовж періоду вегетації під впливом норм удобрення та врожайністю ячменю озимого у 2020 р., r_{\pm}

Показники	Урожайність	N _{гидр} , весна, 0–20 см	N _{гидр} , весна, 20–40 см	N _{гидр} , збирання, 0–20 см	N _{гидр} , збирання, 20–40 см
N _{гидр} , весна, 0–20 см	0,87	X	–	–	–
N _{гидр} , весна, 20–40 см	0,89	0,97	X	–	–
N _{гидр} , збирання, 0–20 см	0,17	–0,08	0,09	X	–
N _{гидр} , збирання, 20–40 см	0,31	0,16	0,42	0,96	X
Нітрати, весна, 0–20 см	0,88	0,84	0,82	0,22	0,41
Нітрати, весна, 20–40 см	0,86	0,81	0,79	0,21	0,41
Нітрати, збирання, 0–20 см	–0,44	–0,54	–0,49	0,59	0,48
Нітрати, збирання, 20–40 см	–0,34	–0,48	–0,41	0,60	0,46

До збирання встановлювався тісний обернено пропорційний зв'язок вмісту нітратів із вмістом легкогідролізного азоту на старті

вегетації. Проте в жнива вміст обох форм азотних сполук проявляв помірну й значну пряму кореляцію, що свідчить про збіднення ґрунту на доступні форми азоту. Величина врожаю прямо пропорційно тісно залежала від стартових ресурсів легкогідролізного азоту ($r = 0,87-0,89$) та нітратів ($r = 0,86-0,88$) у всій товщі ґрунту.

Вирощування ячменю озимого у 2021 р. виявило, що умови погоди дещо нівелювали тісноту кореляцій між показниками вмісту форм азотних сполук (табл. 5). Послабилася залежність величини врожаю 2021 р. від ресурсів легкогідролізного азоту в орному шарі ґрунту на старті вегетації ($r = 0,84$).

5. Високі й середні коефіцієнти кореляції Пірсона між параметрами змін азотних агрохімічних показників у ґрунті упродовж періоду вегетації під впливом норм удобрення та врожайністю ячменю озимого у 2021 р., r_{\pm}

Показники	Урожайність	N _{гідр} , весна, 0–20 см	N _{гідр} , весна, 20–40 см	N _{гідр} , збирання, 0–20 см
Урожайність	X	–	–	–
N _{гідр} , весна, 0–20 см	0,84	X	–	–
N _{гідр} , весна, 20–40 см	0,89	0,95	X	–
N _{гідр} , збирання, 20–40 см	0,39	0,16	0,41	0,92

Розрахунок парних кореляцій дав змогу припустити складніші залежності й побудувати 3D-моделі зв'язків показника врожайності з параметрами відразу двох агрохімічних показників. Так, на рис. 9, А, видно, що за одночасного зростання ресурсів нітратів та азоту, який легко гідролізується, на старті весняної вегетації врожай пропорційно збільшується. За одностороннього зростання однієї форми азоту він менший. Рис. 9, Б, демонструє, що створення більших запасів доступних фосфору та калію сприяє зростанню врожайності, особливо за низьких початкових показників.

Збільшення врожаю до 6,5–6,7 т/га не збіднює ґрунт на доступні форми фосфору, а його подальше підвищення до 7,5 т/га зменшує їхній ресурс на 20 мг/кг ґрунту за максимального вмісту обмінного калію. Натомість дефіцит калію, що утворюється до збирання врожаю, супроводжується дефіцитом і фосфору за високих врожайів. Позитивну тісну кореляцію між цими поживними речовинами до збирання з'ясовано на рівні $r = 0,85$.

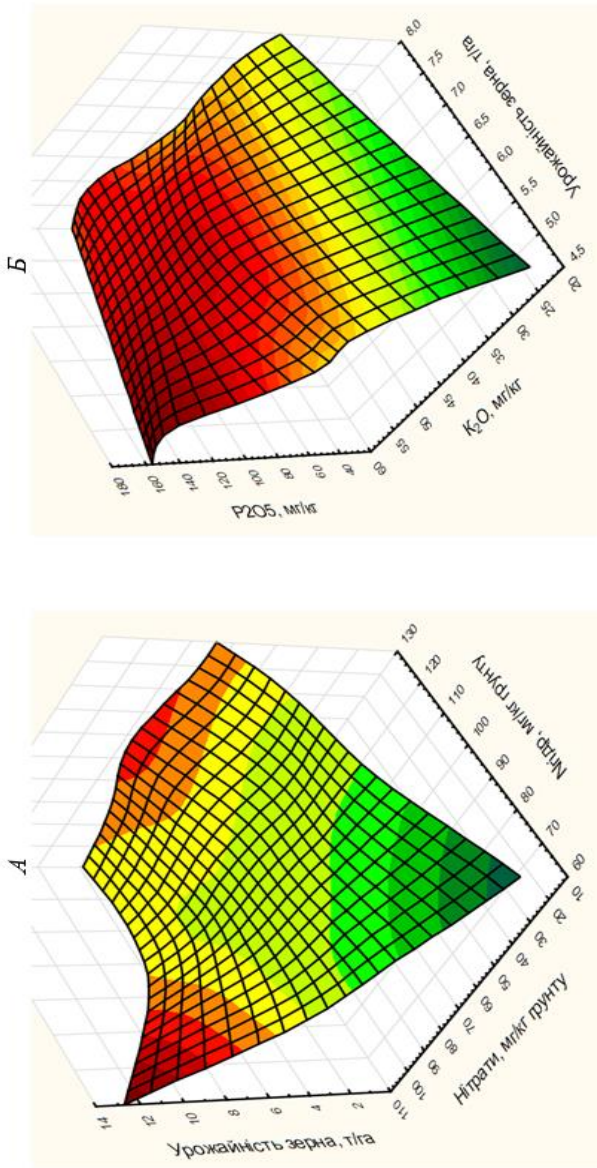


Рис. 9. 3D-моделі зв'язків параметрів форм доступного азоту орного пласту (0–20 см) темно-сірого лісового опідзоленого легкоуглиникового середньо гумусованого ґрунту на старті весняної вегетації з урожайністю зерна ячменю озимого: *A* – вплив вмісту легкогідролізного азоту й нітратів; *B* – вплив норм внесення азотних добрив і вмісту азоту, що легко гідролізується

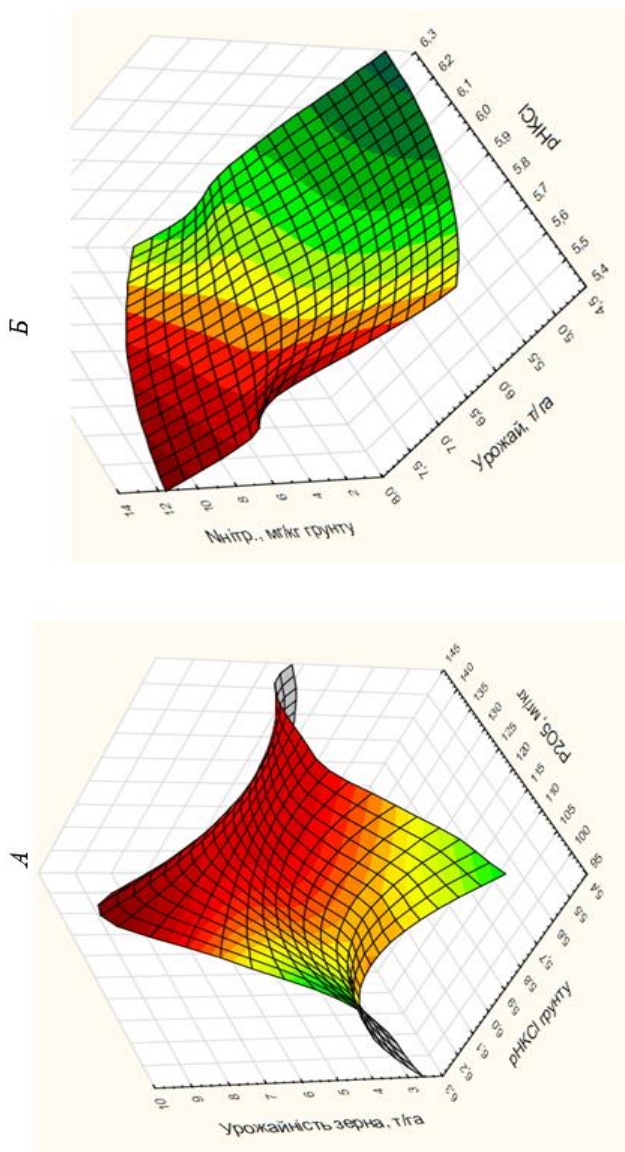


Рис. 10. 3D-моделі зв'язків параметрів доступних форм фосфору, нітратів та рН_{КС} орного пласту (0–20 см) темно-сірого лісового опідзоленого легкосуглинкового середньо гумусованого ґрунту на старті весняної вегетації з урожайністю зерна ячменю озимого: А – вплив вмісту P₂O₅ і кислотності ґрунту; Б – вплив вмісту нітратного азоту в орному шарі та рН_{КС} ґрунту на урожайність

Площини регресії ілюструють, що рівні вмісту доступних фосфатів і нітратів, зв'язаних із кислотністю ґрунту, вагомо впливають на збір зерна (рис. 10, А і Б). Рис. 10, А, показує, що тенденція до нейтралізації реакції ґрунту, яка супроводжується збільшенням кількості рухомих форм фосфору, пропорційно позитивно впливає на врожайність ячменю озимого. На рис. 10, Б, чітко видно, що підвищена кількість нітратів супроводжується підкисленням ґрунту. Проте, незважаючи на певне підкислення ґрунту, вона позитивно впливає на збір зерна за рівня pH_{KCl} не нижче 5,4–5,5. Це означає, що бажана концентрація нітратів у ґрунті – невисока, але достатня упродовж періоду активного росту ячменю озимого.

Висновки. На фосфорно-калійному фоні $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ у темно-сірому лісовому опідзоленому легкосуглинковому слабо гумусованому ґрунті створюються сприятливі умови для живлення ячменю озимого. До початку весняної вегетації в орному пласті 0–20 см містилося на 35–45 мг/кг ґрунту більше (залежно від року) рухомих фосфатів та на 29–33 мг/кг більше обмінного калію, ніж без фону.

Системи азотного удобрення N_{97} (NH_4NO_3) при відновленні вегетації + «N-Лок™» (перед сівбою) або N_{97} (NH_4NO_3) + «N-Лок™» при відновленні вегетації на фосфорно-калійному фоні $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ та сумарного N_{120} забезпечували стартовий вміст легкогідролізного азоту в орному шарі 132–136 мг/кг ґрунту залежно від умов року.

У 2020 р. внесення під ячмінь озимий N_{97} (NH_4NO_3) + «N-Лок™» при відновленні вегетації на фоні $\text{N}_{23}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ під оранку забезпечило прибавку врожаю зерна 0,94 т/га, у 2021 р. – 1,09 т/га порівняно з традиційною нормою $\text{N}_{23}\text{P}_{60}\text{K}_{60}(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$ (під основний обробіток з осені) + $\text{N}_{37}(\text{NH}_4\text{NO}_3)$ (у відновлення вегетації), яка слугувала контролем. Натомість внесення N_{97} (NH_4NO_3) при відновленні вегетації + «N-Лок™» восени перед сівбою на тому ж фоні сприяло підвищенню врожаю на 0,87 т/га у 2020 р. та на 1,26 т/га у 2021 р. при врожаї з нормами $\text{N}_{23}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ з осені та N_{37} при відновленні вегетації 6,52–6,65 т/га, відповідно, у 2021 та 2020 рр. Відсутність фосфорно-калійного фону в системі удобрення озимого ячменю зменшувала врожайність культури на 0,08–0,24 т/га залежно від норм азоту та погодних умов вегетації. Урожай зерна за відсутності будь-яких добрив на природно родючому темно-сірому лісовому опідзоленому легкосуглинковому слабо гумусованому ґрунті коливався по роках дослідження в межах 4,33–4,55 т/га. Але відсутність усіх видів добрив збіднювала орний шар на 12–15 мг/кг ґрунту рухомих фосфатів та на 13–15 мг/кг ґрунту обмінного калію. За

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)
внесення лише N₁₂₀ кількість фосфатів зменшувалася ще на 7–9 мг/кг
грунту, калію – на 6–7 мг/кг грунту в різні роки досліджень. Отже,
внесення під ячмінь озимий азотних добрив без фосфорно-калійного
фону виснажує ґрунт на фосфати й калій більше, ніж без добрив
узагалі.

Список використаної літератури

1. Андрушко М. О. Оптимізація елементів технології вирощування гороху посівного в умовах Західного Лісостепу : дис. ... д-ра філософії : 201 – Агрономія. Кам'янець-Подільський, 2020. 202 с.
2. Андрушко М. О. Формування продуктивності гороху залежно від елементів системи удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 8–20. DOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/1.pdf>.
3. Бикін А. В., Поліщук І. П. Вплив добрив на агрохімічні показники темно-сірого лісового ґрунту та продуктивність моркви столової. *Науковий вісник НАУ*. 2000. Вип. 32. С. 185–188.
4. Вега Н. І. Зміна вмісту лужногідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом мінерального удобрення ячменю ярого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 83. С. 100–104. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimgm_2015_83_19.
5. Екологічний стан ґрунтів України / С. А. Балюк, В. В. Медведєв, М. М. Мірошніченко та ін. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 38–42. URL: https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf.
6. Заєць С. О. Підживлення озимого ячменю різними видами азотних добрив. *Агроном*. 2018. № 4. С. 76–78. URL: <https://www.agronom.com.ua/pidzhylennya-ozymogo-yachmenyu-riznymy-vydamy-azotnyh-dobryv/>.
7. Заєць С. О. Продуктивність ячменю озимого залежно від видів

References

1. Andrushko M. O. Optimization of elements of the technology of growing pea for sowing in the conditions of the Western Forest Steppe: diss. ... Doctor of Philosophy : 201 – Agronomy. Kamianets-Podilskyi, 2020. 202 p.
2. Andrushko M. O. Formation of pea productivity depending on the elements of the fertilization system. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2019. Is. 66. P. 8–20. DOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/1.pdf>.
3. Bykin A. V., Polishchuk I. P. Effect of fertilizers on agrochemical parameters of dark gray forest soil and productivity of table carrots. *Naukovyi visnyk NAU*. 2000. Is. 32. P. 185–188.
4. Vega N. I. Change in the content of alkaline hydrolyzed nitrogen in dark gray podzolized soil under the influence of spring barley mineral fertilization. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*. 2015. Is. 83. P. 100–104. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimgm_2015_83_19.
5. Ecological condition of the soils of Ukraine / S. A. Balyuk, V. V. Medvedev, M. M. Miroshnychenko et. al. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*. 2012. No. 2. P. 38–42. URL: https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf.
6. Zayets S. O. Fertilization of winter barley with different types of nitrogen fertilizers. *Ahronom*. 2018. No. 4. P. 76–78. URL: <https://www.agronom.com.ua/pidzhylenny-a-ozymogo-yachmenyu-riznymy-vydamy-azotnyh-dobryv/>.
7. Zayets S. O. Productivity of winter barley depending on the types of nitrogen fertilizers and top dressing. *Biuletен Instytutu silskoho hospodarstva*

азотних добрив та підживлення. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 73–79.

8. Климишена Р. І. Вплив позакореневого підживлення рослин ячменю на пивоварну якість зерна за числом Кольбаха. *Агробіологія* : зб. наук. праць. 2020. № 1. С. 49–56. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-49-56.

9. Климишена Р. І. Обґрунтування елементів технології вирощування пивоварного ячменю озимого в умовах південної частини Лісостепу Західного : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Кам'янець-Подільський, 2012. 22 с.

10. Лихочвор В. В., Матковська М. В. Урожайність сортів озимого ячменю залежно від норм добрив, морфорегуляторів та фунгіцидів в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 91–101. URL: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/wp-content/uploads/zbirnik/62ua/10.pdf>.

11. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Опустелювання України. *Зерно*. 2020. Вип. 4. С. 42–48. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2020/kviten-2020/opustelyuvannya-ukra%d1%97ni/>.

12. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Про революційні зміни у технологіях в рослинництві. *Зерно*. 2010. № 7. С. 42–48. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2010/iyul-2010-god/v-lihochvor-pro-revolyuuciyni-zmini-u-tehnologiyah-v-roslinnictvi/>.

13. Лопушняк В. І., Вега Н. І. Вплив рівня мінерального живлення ячменю ярого на вміст рухомих сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. Т. 1. Ч. 2. С. 30–37. URL: <https://visnyk.mnau.edu.ua/n85v2r2015t1lopushnyak/>.

14. Лопушняк В., Полюхович М., Лагуш Н. Вплив систем удобрення на

stepovoi zony NAAN Ukrainy. 2016. No. 11. P. 73–79.

8. Klymyshena R. I. The effect of foliar fertilization of barley plants on the quality of brewing grain according to the Kolbach number. *Ahrobiolohiia* : zb. nauk. prats. 2020. No. 1. P. 49–56. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-49-56.

9. Klymyshena R. I. Justification of the elements of the technology of growing malting barley in the conditions of the southern part of the Western Forest Steppe: autoref. thesis for obtaining sciences. candidate degree s.-g. Sciences : spec. 06.01.09 "Vegetation". Kamianets-Podilskyi, 2012. 22 p.

10. Lykhochvor V. V., Matkovska M. V. The yield of winter barley varieties depending on the norms of fertilizers, morpho-regulators and fungicides in the conditions of the Western Forest Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2017. Is. 62. P. 91–101. URL: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/wp-content/uploads/zbirnik/62ua/10.pdf>.

11. Lykhochvor V. V., Petrychenko V. F. Desolation of Ukraine. *Zerno*. 2020. Is. 4. P. 42–48. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2020/kviten-2020/opustelyuvannya-ukra%d1%97ni/>.

12. Lykhochvor V. V., Petrychenko V. F. About revolutionary changes in technologies in crop production. *Zerno*. 2010. No. 7. P. 42–48. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2010/iyul-2010-god/v-lihochvor-pro-revolyuuciyni-zmini-u-tehnologiyah-v-roslinnictvi/>.

13. Lopushnyak V. I., Vega N. I. The influence of the level of mineral nutrition of spring barley on the content of mobile phosphorus compounds in the dark gray podzolized soil of the Western Forest Steppe of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2015. Is. 2. Vol. 1. Part 2. P. 30–37. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1769/1/n85v2r2015t1lopushnyak.pdf>.

14. Lopushnyak V., Polyukhovych M., Lagosh N. The effect of fertilization

- родючість темно-сірих опідзолених ґрунтів та продуктивність культур польової сівозміни Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського університету*. Серія географічна. 2017. Вип. 51. С. 214–223.
15. Мойсієнко В. В., Подольський О. М. Продуктивність ячменю озимого сорту Хайлайт залежно від елементів технології вирощування. *Наукові горизонти*. 2019. № 10. С. 13–19. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-13-19.
16. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Корнійчук О. В. Обґрунтування причин деградації і опустелювання ґрунтів України. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 90. С. 10–20. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202090-01.
17. Поліщук І. П. Агрохімічна оцінка застосування добрив під моркву столову на темно-сірому опідзоленому ґрунті Північного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.04 «Агрохімія». Київ, 2005. 19 с.
18. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення в сучасному землеробстві : монографія. Рівне : Волинські обереги, 2007. 320 с.
19. Семенко Л. О. Агрохімічна оцінка використання добрив за вирощування капусти білоголової ранньої на темно-сірому опідзоленому ґрунті Лісостепу Правобережного України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.04 «Агрохімія». Київ, 2009. 17 с.
20. Шевчук О. В. Поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту та продуктивність сільськогосподарських культур за альтернативних систем удобрення в Західному Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.04. Київ, 2014. 200 с.
21. Agro-ecological assessment of the farmlands of the Hologoro-Kremenetskiy Highlands. Soil under stress / O. Haskevych, V. Snitynskyy, P. Hnativ et al. ; by Yu. Dmytruk & D. Dent. Springer International Publishing, systems on the fertility of dark gray podzolized soils and the productivity of crops in the field rotation of the Western Forest Steppe of Ukraine. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya heohrafichna*. 2017. Is. 51. P. 214–223.
15. Moisenko V. V., Podolskyi O. M. Productivity of winter barley of the Highlight variety depending on the elements of growing technology. *Naukovi horyzonty*. 2019. No. 10. P. 13–19. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-13-19.
16. Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V., Korniychuk O. V. Justification of the causes of soil degradation and desertification of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2020. Is. 90. C. 10–20. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202090-01.
17. Polishchuk I. P. Agrochemical evaluation of the use of fertilizers for table carrots on the dark-gray podzolized soil of the Northern Forest Steppe of Ukraine: autoref. thesis for obtaining sciences. candidate degree s.-g. sciences : spec. 06.01.04 "Agrochemistry". Kyiv, 2005. 19 p.
18. Polovyy V. M. Optimization of fertilizer systems in modern agriculture: monograph. Rivne : Volyn amulets. 2007. 320 p.
19. Semenکو L. O. Agrochemical evaluation of fertilizer use for growing early white-headed cabbage on the dark-gray podzolized soil of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract. thesis for obtaining sciences. candidate degree s.-g. sciences : 06.01.04 "Agrochemistry". Kyiv, 2009. 17 p.
20. Shevchuk O. V. Nutrient regime of dark gray podzolized soil and productivity of agricultural crops under alternative fertilization systems in the Western Forest Steppe of Ukraine: diss. ... candidate s.-g. sciences: 06.01.04. Kyiv, 2014. 200 p.
21. Agro-ecological assessment of the farmlands of the Hologoro-Kremenetskiy Highlands. Soil under stress / O. Haskevych, V. Snitynskyy, P. Hnativ

- Switzerland. 2021. AG. XV. P. 143–151. DOI: 10.1007/978-3-030-68394-8_14.
22. Agro-ecological efficiency of the system of crop fertilization with the use of phytomass residues in the Western Forest Steppe of Ukraine / V. Polovyv, V. Snitynskyy, P. Hnativ et al. *Journal of Elementology*. 2021. Vol. 26 (3). P. 293–306. DOI: 10.5601/jelem.2021.26.1.2120.
23. Babulicová M., Dylgerova B. Winter barley production in relation to crop rotations, fertilisation and weather conditions. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*. 2018. Vol. 64. No. 1. P. 35–44.
24. Chambers B. J., Dampney P. M. R. Nitrogen efficiency and ammonia emissions from urea-based and ammonium nitrate fertilisers. *Proc Intl Fert Soc*. 2009. Vol. 657. P. 1–20.
25. Effects of nitrification inhibitor and herbicides on nitrification, nitrite and nitrate consumptions and nitrous oxide emission in an Australian sugarcane soil / M. Y. Zhang, W. J. Wang, L. Tang et al. *Biol Fertil Soils*. 2018. Vol. 54. P. 697–706. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-018-1293-6>.
26. Effect of nitrification inhibitors on mitigating N₂O and NO emissions from an agricultural field under drip fertigation in the North China Plain / D. Tian, Y. Zhang, Y. Zhou et al. *Science of The Total Environment*. 2017. No. 598. P. 87–96. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.220.
27. Hege U., Offenberger K. Effect of N fertilizer with nitrification inhibitors on winter wheat yield in German Bavarian State Research Center for Agriculture. 2011. URL: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/09628/>.
28. Hlisenkovský L., Kunzová E. The content of topsoil nutrients, pH and organic carbon as affected by long-term application of mineral and organic fertilisers. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*. 2014. Vol. 60 (4). P. 142–148. DOI: 10.1515/agri-2015-0003.
29. IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition, International et al. ; by Yu. Dmytruk & D. Dent. Springer International Publishing. Switzerland. 2021. AG. XV. P. 143–151. DOI: 10.1007/978-3-030-68394-8_14.
22. Agro-ecological efficiency of the system of crop fertilization with the use of phytomass residues in the Western Forest Steppe of Ukraine / V. Polovyv, V. Snitynskyy, P. Hnativ et al. *Journal of Elementology*. 2021. No. 26 (3). P. 293–306. DOI: 10.5601/jelem.2021.26.1.2120.
23. Babulicová M., Dylgerova B. Winter barley production in relation to crop rotations, fertilisation and weather conditions. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*. 2018. Vol. 64. No. 1. P. 35–44.
24. Chambers B. J., Dampney P. M. R. Nitrogen efficiency and ammonia emissions from urea-based and ammonium nitrate fertilisers. *Proc Intl Fert Soc*. 2009. Vol. 657. P. 1–20.
25. Effects of nitrification inhibitor and herbicides on nitrification, nitrite and nitrate consumptions and nitrous oxide emission in an Australian sugarcane soil / M. Y. Zhang, W. J. Wang, L. Tang et al. *Biol Fertil Soils*. 2018. Vol. 54. P. 697–706. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-018-1293-6>.
26. Effect of nitrification inhibitors on mitigating N₂O and NO emissions from an agricultural field under drip fertigation in the North China Plain / D. Tian, Y. Zhang, Y. Zhou et al. *Science of The Total Environment*. 2017. No. 598. P. 87–96. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.220.
27. Hege U., Offenberger K. Effect of N fertilizer with nitrification inhibitors on winter wheat yield in German Bavarian State Research Center for Agriculture. 2011. URL: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/09628/>.
28. Hlisenkovský L., Kunzová E. The content of topsoil nutrients, pH and organic carbon as affected by long-term application of mineral and organic fertilisers. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*. 2014. Vol. 60 (4). P. 142–148. DOI: 10.1515/agri-2015-0003.

- Fertilizer Association. Paris. 2019. P. 182–194. URL: https://www.fertilizer.org/Public/News___Events/IFA_News/IFA_News.aspx.
30. Impact of fertiliser nitrogen formulation, and N stabilisers on nitrous oxide emissions in spring barley / L. Roche, P. Forrestral, G. Lanigan et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2016. No. 233. P. 229–237. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.031>.
31. Linzmeier W., Gutser R., Schmidhalter U. The new nitrification inhibitor DMPP ENTEC allows increased N-efficiency with simplified fertilizing strategies, in: Horst et al. (Eds.), *Proceedings of the 14th. Int. Plant Nutrition Colloquium*. 2001. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. P. 760–761.
32. Nitrogen Stabilizer Products that Must Be Registered under FIFRA. Substances excluded from the definition of a nitrogen stabilizer. U. S. Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov/pesticide-registration/nitrogen-stabilizer-products-must-be-registered-under-fifra#substances>.
33. Pahlmann I. Using nitrification inhibitors in fertilization of rapeseed – Developing fertilization strategies under controlled and field conditions in German MSc Dissertation. Bingen University of Applied Science. 2008. 150 p.
34. Reducing NH₃, N₂O and NO₃-N losses from a pasture soil with urease or nitrification inhibitors and elemental S-amended nitrogenous fertilizers / M. Zaman, M. L. Nguyen, J. D. Blennerhassett, B. F. Quin. *Biol Fertil Soils*. 2008. No. 44. P. 693–705. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-007-0252-4>.
35. The influence of climate changes on crop yields in Western Ukraine / V. Polovyy, P. Hnativ, V. Balkovskyy et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11 (1). P. 384–390. DOI: [10.15421/2021_56](https://doi.org/10.15421/2021_56).
36. The role of nutrients in the formation of yield and grain quality of
29. IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition, International Fertilizer Association. Paris, 2019. P. 182–194. URL: https://www.fertilizer.org/Public/News___Events/IFA_News/IFA_News.aspx.
30. Impact of fertiliser nitrogen formulation, and N stabilisers on nitrous oxide emissions in spring barley / L. Roche, P. Forrestral, G. Lanigan et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2016. No. 233. P. 229–237. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.031>.
31. Linzmeier W., Gutser R., Schmidhalter U. The new nitrification inhibitor DMPP ENTEC allows increased N-efficiency with simplified fertilizing strategies, in: Horst et al. (Eds.), *Proceedings of the 14th. Int. Plant Nutrition Colloquium*. 2001. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. P. 760–761.
32. Nitrogen Stabilizer Products that Must Be Registered under FIFRA. Substances excluded from the definition of a nitrogen stabilizer. U. S. Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov/pesticide-registration/nitrogen-stabilizer-products-must-be-registered-under-fifra#substances>.
33. Pahlmann I. Using nitrification inhibitors in fertilization of rapeseed – Developing fertilization strategies under controlled and field conditions in German MSc Dissertation. Bingen University of Applied Science. 2008. 150 p.
34. Reducing NH₃, N₂O and NO₃-N losses from a pasture soil with urease or nitrification inhibitors and elemental S-amended nitrogenous fertilizers / M. Zaman, M. L. Nguyen, J. D. Blennerhassett, B. F. Quin. *Biol Fertil Soils*. 2008. No. 44. P. 693–705. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-007-0252-4>.
35. The influence of climate changes on crop yields in Western Ukraine / V. Polovyy, P. Hnativ, V. Balkovskyy et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. No. 11 (1). P. 384–390. DOI: [10.15421/2021_56](https://doi.org/10.15421/2021_56).
36. The role of nutrients in the formation of yield and grain quality of

winter wheat / V. Lykhochvor, P. Gnativ, O. Andrushko et al. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2022. Vol. 28 (1). P. 103–109. URL: <https://www.agrojournal.org/28/01-14.pdf>.

37. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Update 2015 / IUSS Working Group WRB. *World Soil Resources Reports*. No. 106. FAO. Rome, 2015. 106 p. URL: <http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.

winter wheat / V. Lykhochvor, P. Gnativ, O. Andrushko et al. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2022. Vol. 28 (1). P. 103–109. URL: <https://www.agrojournal.org/28/01-14.pdf>.

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

Отримано: 12 липня 2022 р.

Погоджено до друку: 15 вересня 2022 р.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-9

УДК 636.32/.38:636.084:663.127

І. В. Польовий, аспірант

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

e-mail: ivanpoloviy93@gmail.com

ЯКІСНИЙ І КІЛЬКІСНИЙ СКЛАД МІКРОБІОТИ РУБЦЯ ТА ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ ЯРОК ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОДОБАВОК У РАЦІОНІ

Досліджено вплив різних доз про- і пребіотичних препаратів вітчизняного виробництва, виготовлених на основі дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, при їх додаванні до раціонів годівлі молодняка овець на якісний і кількісний склад мікробіоти рубця та продуктивні якості тварин. Експерименти проведено на ярах асканійської м'ясо-вовнової породи віком 11–12 місяців у зимово-весняний стійловий період. Раціон тварин контрольної групи складався з лучного сіна і стандартного комбікорму К 83-19-89. Тварини дослідних груп у складі комбікорму отримували про- і пребіотичні препарати виробництва фірми ПрАТ «Компанія Ензим» (м. Львів).

Встановлено, що використання в складі комбікорму ярок пробіотика «Ензимактив» (ЕА) у дозах 0,4; 0,8 і 1,2% та пребіотика «Інактивовані сухі глютагіонові дріжджі» (ІСГД) у кількості 1,0; 1,4 і 1,8% від його маси виявляє активуючий вплив на процеси розмноження таких симбіотичних рубцевих мікроорганізмів, як бактерії, інфузорії та мікроскопічні грибки, а також стимулює ріст і розвиток тварин.

Додавання пробіотика ЕА у вказаних дозах до комбікорму ярок збільшує загальну чисельність мікробів у рубцевій рідині ярок на 6,9–48,3%; кількість інфузорій – на 5,7–30,2%; чисельність мікроскопічних грибків – на 51,6–100,0%. Використання пребіотика ІСГД у складі комбікорму тварин у досліджуваних дозах підвищує в рубцевій рідині чисельність бактерій і грибків, відповідно, на 41,4–96,6 та 70,8–109,7% і знижує кількість рубцевих інфузорій на 1,9–12,8%.

Введення пробіотика ЕА до комбікорму в досліджуваних дозах підвищує валовий приріст живої маси тварин за експериментальний період на 15–35%, а за відносний – на 14–32%, тоді як використання пребіотика ІСГД у складі раціону збільшує вказані продуктивні показники, відповідно, на 30–55 і 27–50%.

Виходячи з результатів експериментальних досліджень, із метою стимуляції розмноження рубцевої мікробіоти та інтенсивності росту тварин

© Польовий І. В., 2022

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)
рекомендується додавати від маси комбікорму для молодняка овець у зимово-весняний стійловий період 0,8% пробіотика EA або 1,4% пребіотика ІСГД.

Ключові слова: ярки, пробіотики, пребіотики, годівля, мікробіота рудця, інтенсивність росту тварин.

Ivan Polovyi

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Qualitative and quantitative composition of rumen microbiota and productive qualities of ewe-lamb with the use of bio supplement in the ration

The effect of different doses of pro- and prebiotic preparations of domestic production made on the basis of *Saccharomyces cerevisiae* yeast when added to the feeding rations of young sheeps on the qualitative and quantitative composition of rumen microbiota and productive qualities of animals was studied. The experiments were performed on ewes of Askanian meat and wool breeds aged 11–12 months during the winter-spring stall period. The diet of animals of the control group consisted of meadow hay and standard feed K 83-19-89. Animals of the experimental groups in the composition of feed received pro- and prebiotic drugs produced by PJSC "Enzyme Company" (Lviv).

It was found that the use of probiotic "Enzymactiv" (EA) in the composition of young ewes' feed in doses of 0.4; 0.8 and 1.2% and prebiotic "Inactivated dry glutathione yeast" (ISGD) in the amount of 1.0; 1.4 and 1.8% of feed mass has an activating effect on the reproduction of symbiotic rumenal microorganisms such as bacteria, ciliates and microscopic fungi, as well as stimulates the growth and development of animals.

The addition of probiotic EA in these doses to the feed of young ewes increases the total number of microbes in the ewes' rumenal fluid by 6.9–48.3%; the number of ciliates – by 5.7–30.2%; the number of microscopic fungi – by 51.6–100.0%. The use of prebiotic ISGD in the feed compound of animals in the studied doses increases the number of bacteria and fungi in the rumenal content by 41.4–96.6 and 70.8–109.7% and reduces the number of ciliates by 1.9–12.8%.

The introduction of probiotic EA to feed in the studied doses increases the gross gain of live weight of animals during the experimental period by 15–35%, and relative – by 14–32%, while the use of prebiotic ISGD in the diet increases these productivity indicators by 30–55 and 27–50%.

Based on the results of experimental studies to stimulate the reproduction of rumenal microbiota and the intensity of animal growth, it is recommended to add from the weight of feed for young sheep in the winter-spring stall period 0.8% probiotic EA or 1.4% prebiotic ISGD.

Keywords: ewes-lamb, probiotics, prebiotics, feeding, rumen microbiota, growth intensity.

Вступ. Пробіотики – це живі штами мікроорганізмів, які, потрапляючи в травний тракт тварин, продуктами своєї життєдіяльності оптимізують наявний у ньому кількісний і якісний

склад мікробіоти та виявляють стимулюючий вплив на її метаболічну активність [4–8, 10, 18, 20, 22, 24, 29]. У перекладі з латинської мови термін «пробіотик» означає: *pro* – для, *bios* – життя.

Пребіотики – це неперетравлювані компоненти різних видів мікроорганізмів та низки рослин, які селективно стимулюють життєдіяльність мікрофлори в різних відділах травного тракту тварин [2, 4, 17, 18, 22, 24–26, 29]. На відміну від пробіотиків, пребіотики виявляють стимулюючий ефект на метаболічну активність наявної в травному тракті мікробіоти, сприяючи при цьому її активному росту й розвитку. Однією з важливих переваг пребіотиків є їхня стійкість до кислотності шлунка та абсорбції і гідролізу ферментами шлунково-кишкового тракту жуйних тварин [6, 10, 22, 25].

Найбільш використовуваними мікроорганізмами, які застосовують як пробіотики в годівельній практиці галузі тваринництва, є: молочнокислі стрептококи, грибки, біфідобактерії, непатогенні штами кишкової палички, бацили, ентерококи та лактобактерії [1, 4–6, 8, 10, 21].

До найбільш поширених пребіотиків, які використовують як біодобавки до раціонів годівлі жуйних тварин, належать: мананові олігосахариди, фруктоолігосахариди, галактоолігосахариди, лактулоза, лактіол, бета-глюкани, інулін [2, 11, 16–18, 22, 25, 26, 29, 31].

Низкою наукових досліджень, проведених в останні роки, доведено, що використання про- і пребіотичних препаратів у раціонах жуйних тварин активує метаболічні процеси в симбіотичній мікрофлорі передшлунків та стимулює інтенсивність її розмноження, вказані біодобавки сприяють засвоєнню мінеральних речовин, поліпшують гомеостаз ліпідів і глюкози в організмі, стимулюють імунний захист у тварин [2, 4–20, 22–32].

Враховуючи позитивну метаболічну й продуктивну дію про- і пребіотиків при використанні їхніх добавок у раціонах годівлі, значний науково-практичний інтерес становлять дослідження, спрямовані на розширення діапазону класів вказаних біодобавок до кормів, вивчення їхнього впливу на перебіг обміну речовин та продуктивні якості жуйних тварин залежно від виду, віку, статі, фізіологічного стану, аліментарних факторів.

Виходячи з наведеного вище, метою нашої роботи було вивчення впливу різних доз вітчизняних про- і пребіотичних добавок у складі комбікормів для молодняка овець на якісний і кількісний склад мікробіоти рубця та інтенсивність росту тварин.

Матеріали і методи. Дослідження проведено в умовах вівцеферми Державного підприємства дослідного господарства «Грусятичі» та відділу дрібного тваринництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Методом аналогів за живою масою і віком (вага ярок на початку досліду становила в середньому 38 кг, вік – 11 місяців) було сформовано 7 груп ремонтних ярок асканської м'ясо-вовнової породи по 5 голів у кожній. Основний раціон ярок контрольної групи складався з лучного злаково-різнотравного сіна й стандартного комбікорму, що забезпечувало потребу в основних поживних речовинах та макро- і мікроелементах згідно з нормами [3].

Яркам першої, другої і третьої дослідних груп у складі комбікорму додатково згодовували пробіотик «Ензимактив» (ЕА), а четвертої, п'ятої і шостої дослідних груп – пребіотик «Інактивні сухі глютатіонові дріжджі» (ІСГД). У дослідженнях використовували пробіотик ЕА і пребіотик ІСГД вітчизняного виробника ПрАТ «Компанія Ензим» (м. Львів).

Схему проведення досліду наведено в таблиці 1.

1. Схема досліду

Група ремонтних ярок	Кількість тварин у групі (голів)	Склад добового раціону
Контрольна	5	Основний раціон (ОР) – 1,1 кг лучного сіна + 0,5 кг стандартного комбікорму
Дослідна 1	5	ОР + 0,4% ЕА від маси комбікорму
Дослідна 2	5	ОР + 0,8% ЕА від маси комбікорму
Дослідна 3	5	ОР + 1,2% ЕА від маси комбікорму
Дослідна 4	5	ОР + 1,0% ІСГД від маси комбікорму
Дослідна 5	5	ОР + 1,4% ІСГД від маси комбікорму
Дослідна 6	5	ОР + 1,8% ІСГД від маси комбікорму

По завершенні періоду досліду після ранкової годівлі у 3 ярок кожної групи проводили за допомогою носоглоткового зонду відбір зразків рубцевої рідини, у якій визначали чисельність бактерій, інфузорій та мікроскопічних грибків згідно з методиками, наведеними в ДСТУ (10444.12-88; 29184-91; ISO 6887-1:2003; ISO 4833:2006).

З метою оцінювання інтенсивності росту й розвитку ярок проводили їх зважування на початку й по завершенні експериментального періоду, визначаючи середньодобові прирости за вказаний період.

Одержані цифрові дані опрацювали статистично з використанням комп'ютерної програми «Microsoft Excel».

Результати та обговорення. Проведені нами дослідження свідчать, що введення до раціонів ярок 11–12-місячного віку в зимово-стійловий період про- і пребіотичних добавок виявляє позитивну дію на кількісний і якісний склад мікробіоти рубця піддослідних тварин (табл. 2 і 3).

Додавання пробіотика ЕА в дозах 0,4; 0,8 і 1,2% від маси комбікорму збільшує загальну чисельність мікробів у рубцевій рідині ярок на 6,9–48,3%; кількість інфузорій – на 5,7–30,2%; чисельність мікроскопічних грибків – на 51,6–100,0% (табл. 2).

2. Зміни якісного й кількісного складу мікробіоти рубця за використання пробіотичних добавок у комбікормі ярок ($M + m, n = 3$)

Показник	Контрольна	Дослідна 1	Дослідна 2	Дослідна 3
Загальна кількість бактерій, мт/см ³	$(2,9 \pm 0,9) \times 10^{12}$	$(3,1 \pm 0,5) \times 10^{12}$	$(3,5 \pm 0,7) \times 10^{12}$	$(4,3 \pm 0,4) \times 10^{12}$
Чисельність інфузорій, організмів/см ³	$(5,3 \pm 0,7) \times 10^5$	$(5,6 \pm 0,4) \times 10^5$	$(6,2 \pm 0,9) \times 10^5$	$(6,9 \pm 0,6) \times 10^5$
Чисельність мікроскопічних грибків, куо/см ³	$(3,1 \pm 0,3) \times 10^4$	$(4,7 \pm 0,4) \times 10^{4*}$	$(5,1 \pm 0,7) \times 10^{4*}$	$(6,2 \pm 0,5) \times 10^{4**}$

Примітка. У цій і наступній таблицях скорочення означають: мт – мікробні тіла; куо – колонієутворювальні одиниці. Зірочками в таблицях позначено вірогідні різниці з тваринами контрольної групи. Відповідно: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Використання пребіотика ІСГД у складі комбікорму тварин у досліджуваних кількостях підвищує у вмісті рубця чисельність бактерій і мікроскопічних грибків, відповідно, на 41,4–96,6 та 70,8–109,7%, знижуючи при цьому кількість рубцевих інфузорій на 1,9–12,8% (табл. 3).

3. Зміни якісного й кількісного складу мікробіоти рубця за використання пребіотичних добавок у комбікормі ярок ($M + m, n = 3$)

Показник	Контроль	Дослідна 4	Дослідна 5	Дослідна 6
Загальна кількість бактерій, МТ/см ³	$(2,9 \pm 0,9) \times 10^{12}$	$(4,1 \pm 0,8) \times 10^{12}$	$(5,2 \pm 0,9) \times 10^{12}$	$(5,7 \pm 0,3) \times 10^{12*}$
Чисельність інфузорій, організмів/см ³	$(5,3 \pm 0,7) \times 10^5$	$(5,1 \pm 0,3) \times 10^5$	$(5,2 \pm 0,4) \times 10^5$	$(4,7 \pm 0,8) \times 10^5$
Чисельність мікроскопічних грибків, куо/см ³	$(3,1 \pm 0,3) \times 10^4$	$(5,3 \pm 0,9) \times 10^4*$	$(5,9 \pm 0,3) \times 10^4**$	$(6,5 \pm 0,2) \times 10^4***$

Не істотне зниження чисельності інфузорій у рубцевій рідині ярок за використання пребіотичних добавок у складі комбікорму свідчить про інгібуючий вплив наявних у ІСГД інгредієнтів на процеси розмноження й життєдіяльність вказаних простіших у цьому відділі травного тракту тварин.

Встановлено також, що використання про- і пребіотичних добавок у комбікормі має позитивний вплив на ріст і розвиток тварин. Зокрема, добавка пробіотика ЕА до корму в досліджуваних дозах за 2-місячний період підвищує валовий приріст живої маси тварин у середньому на 15–35%, а відносний – на 14–32%, тоді як добавка пребіотика ІСГД – відповідно, на 30–55 і 27–50%.

Отримані нами результати щодо стимулюючої дії вітчизняних про- і пребіотичних добавок у раціонах молодняка овець на кількісний і якісний склад мікробіоти рубця та інтенсивність росту тварин узгоджуються з даними інших авторів [5, 8, 12, 14–16, 18, 19, 23, 27–29, 32], отриманих у дослідженнях на різних вікових і продуктивних групах великої рогатої худоби, овець і кіз про оптимізацію в них процесів рубцевого травлення та покращення продуктивних якостей за аліментарного використання про- і пребіотичних препаратів, виготовлених на основі різних штамів мікроскопічних грибків.

Висновки. Введення в зимово-весняний стійловий період добавок пробіотика ЕА до комбікорму ярок віком 11–12 місяців у дозах 0,4; 0,8 і 1,2% та пребіотика ІСГД в дозах 1,0; 1,4 і 1,8% від його

маси стимулює розмноження рубцевих бактерій, інфузорій та мікроскопічних грибків, а також ріст і розвиток тварин. Найбільш виражений позитивний вплив на кількісний і якісний склад мікробіоти рубця та інтенсивність росту тварин виявляє додавання 0,8% пробіотика EA та 1,4% пробіотика ІСГД від маси комбікорму.

Список використаної літератури

1. A new synbiotic consisting of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* and dextran improves milk production in Holstein dairy cows / K. Yosuda, S. Hashikawa, H. Sakamoto et al. *J. Vet. Med. Sci.* 2007. Vol. 69 (2). P. 205–208. DOI: 10.1292/jvms.69.2205.

2. Вовк С. О., Польовий І. В. Науково-практичні аспекти використання пребіотиків у годівлі жуйних тварин. *Науковий вісник Львівського НАУ ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького*. 2020. Т. 22. № 92. С. 9–14.

3. Ібатуллин І. І., Башенко М. І., Жукорський О. М. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. Київ : Аграрна наука, 2016. 300 с.

4. Кошомбас І. Я., Жила М. І., Шкіль М. І. Пробиотики – необхідна складова при сучасних технологіях вирощування тварин. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького*. 2013. Вип. 3 (57). С. 147–181.

5. Мазуренко М. О. Пробиотичні препарати у тваринництві : монографія. Вінниця, 2011. 68 с.

6. Пробиотики у годівлі тварин і птиці / С. О. Вовк, А. І. Дмитроца, І. В. Польовий, В. М. Бучинський. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. № 69. С. 157–168.

7. Ashraf R., Shah N. R. Immune system stimulation by probiotic microorganisms. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2014. Vol. 54 (7). P. 938–956.

8. Bakowski M., Kiczorowska B. Probiotic microorganisms and herbs in ruminant nutrition as natural modulators of health and production efficiency – A review.

References

1. A new synbiotic consisting of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* and dextran improves milk production in Holstein dairy cows / K. Yosuda, S. Hashikawa, H. Sakamoto et al. *J. Vet. Med. Sci.* 2007. Vol. 69 (2). P. 205–208. DOI: 10.1292/jvms.69.2205.

2. Vovk S. O., Polovyi I. V. Saintist and pactical aspects use of prebiotics in ruminant animals feeding. *Naukovyi Visnyk of Lviv NAU Vet. Med. and Biotech. nam. after S. Gzhytsky*. 2020. Vol. 22 (92). P. 9–14.

3. Ibatullin I. I., Bazchenko M. I., Zukorskyi O. M. *Handbook of complete feeding of farm animals*. Kyiv : Agricultural Science, 2016. 300 p.

4. Kotsumbas I. Y., Zhyla M. I., Shkil M. I. Probiotics are a necessary component of modern animal husbandry technologies. *Naukovyi Visnyk of Lviv NAU Vet. Med. and Biotech. nam. after S. Gzhytsky*. 2013. Vol. 3 (57). P. 174–181.

5. Masurenko M. O. Probiotics preparations in animal husbandry : monograf. Vinnytsa, 2011. 68 p.

6. Probiotics in animals and poultry feeding / S. O. Vovk, A. I. Dmytrotsa, I. V. Polovyi, V. M. Buchynskiy. *Foothill and Mountain Agriculture and Stock Breeding*. 2021. No. 69. P. 157–168.

7. Ashraf R., Shah N. R. Immune system stimulation by probiotic microorganisms. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2014. Vol. 54 (7). P. 938–956.

8. Bakowski M., Kiczorowska B. Probiotic microorganisms and herbs in ruminant nutrition as natural modulators of health and production efficiency – A review. *Ann. Anim. Sci.* 2021. Vol. 21.

- Ann. Anim. Sci.* 2021. Vol. 21. Is. 1. P. 3–28. URL: <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0081>.
9. Beta-glucans improve growth, viability and colonization of probiotic microorganisms / P. Russo, P. López, V. Capozzi et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2012. Vol. 13 (5). P. 6026–6032. DOI: 10.3390/ijms13056026.
10. Dekker J. Probiotics revisited: new strains, new benefits, new opportunities. *Pediatric Pharmacology*. 2012. Vol. 9 (2). P. 40–45.
11. Effect of cellooligosaccharide or synbiotic feeding on growth performance, fecal condition and hormone concentrations in holstein calves / T. Hasunuma, K. Kawashima, H. Nakayama et al. *J. Anim. Sci.* 2016. Vol. 82 (4). P. 543–548. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2010.00861.x.
12. Effect of concentrate level and live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on Texel lamb performance and carcass characteristics / J. Issakowicz, S. Bueno, A. C. Sampaio, K. M. Duarte. *Livest Sci.* 2013. Vol. 155 (1). P. 44–52.
13. Effect of live *Saccharomyces cerevisiae* (NCDC-49) supplementation on growth performance and rumen fermentation pattern in local goat / R. Kamal, T. Dutt, M. Singh et al. *J. Appl. Anim. Res.* 2013. Vol. 41 (3). P. 285–288. URL: <https://doi.org/10.1080/09712119.2013.782865>.
14. Effects of dietary live yeast culture on fattening performance on some blood and rumen fluid parameters in goats / B. Ozsoy, S. Yalcin, Z. Erodogan et al. *Rev. Veter. Med.* 2013. Vol. 164 (5). P. 263–271.
15. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation and anhydrous ammonia treatment of wheat straw on in situ degradability and rumen fermentation and growth performance of yearling lambs / M. Comert, Y. Şayan, H. Özelçam, G. Y. Baykal. *Asian-Austral J. Anim Sci.* 2015. Vol. 28 (5). P. 639–646. DOI: 10.5713/ajas.14.0757.
16. Effects of short-chain fructooligosaccharides on growth P. 3–28. URL: <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0081>.
9. Beta-glucans improve growth, viability and colonization of probiotic microorganisms / P. Russo, P. López, V. Capozzi et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2012. Vol. 13 (5). P. 6026–6032. DOI: 10.3390/ijms13056026.
10. Dekker J. Probiotics revisited: new strains, new benefits, new opportunities. *Pediatric Pharmacology*. 2012. Vol. 9 (2). P. 40–45.
11. Effect of cellooligosaccharide or synbiotic feeding on growth performance, fecal condition and hormone concentrations in holstein calves / T. Hasunuma, K. Kawashima, H. Nakayama et al. *J. Anim. Sci.* 2016. Vol. 82 (4). P. 543–548. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2010.00861.x.
12. Effect of concentrate level and live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on Texel lamb performance and carcass characteristics / J. Issakowicz, S. Bueno, A. C. Sampaio, K. M. Duarte. *Livest Sci.* 2013. Vol. 155 (1). P. 44–52.
13. Effect of live *Saccharomyces cerevisiae* (NCDC-49) supplementation on growth performance and rumen fermentation pattern in local goat / R. Kamal, T. Dutt, M. Singh et al. *J. Appl. Anim. Res.* 2013. Vol. 41 (3). P. 285–288. URL: <https://doi.org/10.1080/09712119.2013.782865>.
14. Effects of dietary live yeast culture on fattening performance on some blood and rumen fluid parameters in goats / B. Ozsoy, S. Yalcin, Z. Erodogan et al. *Rev. Veter. Med.* 2013. Vol. 164 (5). P. 263–271.
15. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation and anhydrous ammonia treatment of wheat straw on in situ degradability and rumen fermentation and growth performance of yearling lambs / M. Comert, Y. Şayan, H. Özelçam, G. Y. Baykal. *Asian-Austral J. Anim Sci.* 2015. Vol. 28 (5). P. 639–646. DOI: 10.5713/ajas.14.0757.
16. Effects of short-chain fructooligosaccharides on growth

- performance of preruminant veal calves / E. Grand, F. Respondek, C. Martineau et al. *J. Dairy Sci.* 2013. Vol. 96 (2). P. 1094–1099. DOI: 10.3168/jds.2011-4949.
17. Effects of the prebiotics inulin and lactulose on intestinal immunology and hematology of preruminant calves / S. Masanetz, W. Preißinger, H. Meyerand, M. Pfaffl. *Animal Sci.* 2011. Vol. 5 (7). P. 1099–1106. DOI: 10.1017/S1751731110002521.
18. Feed additives in the diet of high production dairy cows / D. Radzikowski, A. Milczarek, A. Janocha et al. *Acta Sci. Pol. Zootechnica.* 2020. Vol. 19 (4). P. 5–16.
19. Ghosh S., Mehla R. K. Influence of dietary supplementation of prebiotics (mannanooligosaccharide) on the performance of crossbred calves. *Trop. Anim. Health Prod.* 2012. Vol. 44. P. 617–622. DOI: 10.1007/s11250-011-9944-8.
20. Hamasalim H. Synbiotic as feed additives relating to animal health and performance. *Advances in Microbiology.* 2016. Vol. 6. P. 288–302.
21. Icy D. Recombinant technology and probiotics. *International J. Engineering and Technology.* 2011. Vol. 3. P. 288–293.
22. Markowiak P., Slizewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens.* 2018. Vol. 10 (21). P. 2–20.
23. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants / M. Desnoyer, S. Giger-Reverdin, G. Bertin et al. *J. Dairy. Sci.* 2009. Vol. 92 (4). P. 1620–1632
24. Selected Alternative Feed Additives Used to Manipulate the Rumen Microbiome / M. Michalak, K. Wojnarowski, P. Cholewinska et al. *Animals.* 2021. Vol. 11. P. 1542–1552. URL: <https://doi.org/10.3390/ani11061542/animals.2021.05.025>.
25. Sethy K., Dhaigude V., Duibedi B. Prebiotics in animal feeding. *The Pharma Innovation J.* 2017. Vol. 6 (11). P. 482–486.
26. Singh A., Kerketta S., Yogi R. Prebiotics – The New Feed Supplement for performance of preruminant veal calves / E. Grand, F. Respondek, C. Martineau et al. *J. Dairy Sci.* 2013. Vol. 96 (2). P. 1094–1099. DOI: 10.3168/jds.2011-4949.
17. Effects of the prebiotics inulin and lactulose on intestinal immunology and hematology of preruminant calves / S. Masanetz, W. Preißinger, H. Meyerand, M. Pfaffl. *Animal Sci.* 2011. Vol. 5 (7). P. 1099–1106. DOI: 10.1017/S1751731110002521.
18. Feed additives in the diet of high production dairy cows / D. Radzikowski, A. Milczarek, A. Janocha et al. *Acta Sci. Pol. Zootechnica.* 2020. Vol. 19 (4). P. 5–16.
19. Ghosh S., Mehla R. K. Influence of dietary supplementation of prebiotics (mannanooligosaccharide) on the performance of crossbred calves. *Trop. Anim. Health Prod.* 2012. Vol. 44. P. 617–622. DOI: 10.1007/s11250-011-9944-8.
20. Hamasalim H. Synbiotic as feed additives relating to animal health and performance. *Advances in Microbiology.* 2016. Vol. 6. P. 288–302.
21. Icy D. Recombinant technology and probiotics. *International J. Engineering and Technology.* 2011. Vol. 3. P. 288–293.
22. Markowiak P., Slizewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens.* 2018. Vol. 10 (21). P. 2–20.
23. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants / M. Desnoyer, S. Giger-Reverdin, G. Bertin et al. *J. Dairy. Sci.* 2009. Vol. 92 (4). P. 1620–1632.
24. Selected Alternative Feed Additives Used to Manipulate the Rumen Microbiome / M. Michalak, K. Wojnarowski, P. Cholewinska et al. *Animals.* 2021. 11. P. 1542–1552. URL: <https://doi.org/10.3390/ani11061542/animal.s.2021.05.025>.
25. Sethy K., Dhaigude V., Duibedi B. Prebiotics in animal feeding. *The Pharma Innovation J.* 2017. Vol. 6 (11). P. 482–486.

- Dairy Calf. *International Journal of Livestock Research*. 2017. Vol. 7 (8). P. 1–17. DOI: 10.5455/ijlr.20170610051314.
27. Sundus F. M., Firas A. M., Enas R. A. A review on effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as feed additives in ruminants performance. *J. Entomol. Zool. Stud.* 2018. Vol. 6 (2). P. 629–635.
28. The effects of single or combined supplementation of probiotics and prebiotics on growth performance, dietary energetics, carcass traits, and visceral mass in lambs finished under subtropical climate conditions / A. Estrada-Angulo, O. Zapata-Ramirez, B. I. Castro-Perez et al. *Biology*. 2021. Vol. 10. P. 2–13. URL: <https://doi.org/10.3390/biology10111137>.
29. Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of Probiotics / Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes Environ.* 2015. Vol. 30 (2). P. 126–132. DOI: 10.1264/j sme2.ME14176.
30. Watzl B., Girrbach S., Roller M. Inulin, oligofructose and immunomodulation. *Brit. J. Nutr.* 2005. Vol. 93 (1). P. 49–55. DOI: 10.1079/bjn20041357.
31. Wójcik R., Trapkowska S., Małaczewska J. Influence of β -1,31,6-D-glucan on non-specific cellular defence mechanisms in lambs. *Med. Vet.* 2007. Vol. 63 (1). P. 84–86.
32. Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its effect on production indices of livestock and poultry – a review / I. P. Ogbuewu, V. M. Okoro, E. F. Mbajorgu, C. A. Mbajorgu. *Comp. Clin. Pathol.* 2018. Vol. 28. P. 669–677. DOI: 10.1007/s00580-018-2862-7.
26. Singh A., Kerketta S., Yogi R. Prebiotics – The New Feed Supplement for Dairy Calf. *International Journal of Livestock Research*. 2017. Vol. 7 (8). P. 1–17. DOI: 10.5455/ijlr.20170610051314.
27. Sundus F. M., Firas A. M., Enas R. A. A review on effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as feed additives in ruminants performance. *J. Entomol. Zool. Stud.* 2018. Vol. 6 (2). P. 629–635.
28. The effects of single or combined supplementation of probiotics and prebiotics on growth performance, dietary energetics, carcass traits, and visceral mass in lambs finished under subtropical climate conditions / A. Estrada-Angulo, O. Zapata-Ramirez, B. I. Castro-Perez et al. *Biology*. 2021. Vol. 10. P. 2–13. URL: <https://doi.org/10.3390/biology10111137>.
29. Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of Probiotics / Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes Environ.* 2015. Vol. 30 (2). P. 126–132. DOI: 10.1264/j sme2.ME14176.
30. Watzl B., Girrbach S., Roller M. Inulin, oligofructose and immunomodulation. *Brit. J. Nutr.* 2005. Vol. 93 (1). P. 49–55. DOI: 10.1079/bjn20041357.
31. Wójcik R., Trapkowska S., Małaczewska J. Influence of β -1,31,6-D-glucan on non-specific cellular defence mechanisms in lambs. *Med. Vet.* 2007. Vol. 63 (1). P. 84–86.
32. Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its effect on production indices of livestock and poultry – a review / I. P. Ogbuewu, V. M. Okoro, E. F. Mbajorgu, C. A. Mbajorgu. *Comp. Clin. Pathol.* 2018. Vol. 28. P. 669–677. DOI: 10.1007/s00580-018-2862-7.

Отримано: 25 березня 2022 р.
Погоджено до друку: 31 серпня 2022 р.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-10

УДК 636.4

В. П. ПУНДИК, кандидат сільськогосподарських наук

Г. В. ТЕСАК, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

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

e-mail: dribne.obroshyno@gmail.com

МОНІТОРИНГ НАЯВНОГО ПОГОЛІВ'Я СВИНЕЙ У ЛІСОСТЕПОВІЙ ЗОНІ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ ТА РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ МІЖПОРОДНОГО СХРЕЩУВАННЯ

Встановлено кількість свинарських господарств, їхню виробничу належність (племінні або товарні) та породний склад наявного поголів'я свиней у Лісостеповій зоні Західного регіону.

Проведено моніторинг породної належності та кількісного складу наявного свиноголовія у свинарських господарствах різних напрямів продуктивності Лісостепової зони Західного регіону та виявлено, що основними породами, які використовують для виробництва свинини, є велика біла, кількість свиней якої перебуває в межах 68–82%, ландрас – 12–22% та інші породи м'ясного напрямку продуктивності – 5–15%.

Успішне ведення галузі свинарства залежить від багатьох факторів. Одним із них є селекційно-племінна робота, головне завдання якої полягає в постійному удосконаленні генотипів і створенні на їхній основі нових високопродуктивних типів і порід, придатних для використання за сучасних методів розведення.

З появою нових генетичних досягнень спеціалізованого напрямку продуктивності зарубіжної і вітчизняної селекції вивчено різні комбінації схрещування чистопородних і помісних свиноматок великої білої породи з кнурами вказаних спеціалізованих порід із високими відгодівельними й м'ясними якістьми.

Було вивчено різні комбінації схрещування свиноматок великої білої породи (УВБ-1, УВБ-2) з кнурами м'ясного і спеціалізованого напрямів продуктивності – ландрас і полтавської м'ясної. У ФГ «Едем» за різних варіантів схрещування найвища продуктивність була в помісних свиноматок (велика біла × полтавська м'ясна), а саме: багатоплідність – 14,3 гол., жива маса гнізда – 281 кг, що, відповідно, на 13,5 і 5,9% та 12,5 і 10,8% більше, ніж у чистопородних та помісних (велика біла × ландрас) свиноматок. У ДП ДГ «Радехівське» помісні свиноматки (велика біла × ландрас) за багатоплідністю та живою масою гнізда переважали чистопородних свиноматок на 11,4 і 12,4%.

© Пундик В. П., Тесак Г. В., 2022

У результаті проведених досліджень розроблено систему заходів із підбору кнурів спеціалізованих порід та термінальних ліній для міжпородного схрещування, які необхідно використовувати на заключному етапі схрещування при виробництві товарної свинини в зоні Лісостепу західних областей України. На підставі розробленої системи заходів запропоновано схему міжпородного схрещування в Лісостеповій зоні Західного регіону України для виробництва товарної свинини.

Ключові слова: порода, схрещування, свиноматки, кнурі, показники продуктивності.

Vasyl Pundyk, Halyna Tesak

Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS

Monitoring of the existing pig population in the Forest-Steppe zone of the Western region and development of an interbreeding system

The number of pig farms, their production affiliation (breeding or commodity farms) and the breed composition of the existing pig population in the Forest-Steppe zone of the Western region have been established.

Monitoring of the breed affiliation and quantitative composition of the existing pig population in pig farms of different directions of productivity of the Forest-Steppe zone of the Western region was conducted. It was found that the main breeds used for pork production is large white, the number of pigs is within the range of 68–82%, landrace 12–22, other meat breeds– 5–15%.

The success of the pig industry depends on many factors. One of them is selection and breeding work, the main task of which is the constant improvement of existing genotypes, as well as on their basis to create new high-yielding types and breeds suitable for use in modern breeding methods.

With the emergence of new genetic achievements of the specialized direction of productivity of foreign and domestic selection, various combinations of crossing purebred and local sows of large white breed with boars of the above mentioned specialized breeds with high fattening and meat qualities have been studied.

Different combinations of crossbreeding of large white breed sows (UVB-1, UVB-2) with boars of meat and specialized direction of productivity – landrace and Poltavaska meat sows were studied. On farm “Edem” at different variants of crossing, the highest productivity was in crossbred sows (big white x Poltavaska meat), namely: multifertility – 14.3 heads, live weight of a nest – 281 kg, what accordingly on 13.5 and 5.9%, 12.5 and 10.8% more than in purebred and local (large white x landrace) sows. In the state enterprise research farmstead “Radekhivske”, crossbred sows (large white x landrace) outnumbered purebred sows by 11.4 and 12.4% in terms of fertility and live weight of the nest respectively.

As a result of the research, a system of measures was developed to select boars of specialized breeds and terminal lines for interbreeding, which should be used at the final stage of crossbreeding in the production of commercial pork in the Forest-Steppe Zone of Western Ukraine. On the basis of the developed system of

Keywords: breed, crossbreeding, sows, boars, productivity indicators.

Вступ. Ефективність ведення свинарства залежить від раціонального використання генотипів, а також їхнього ефективного поєднання зі створеними новими породами свиней спеціалізованого напрямку продуктивності зарубіжної та вітчизняної селекції [3, 4, 12, 16, 18].

Пошук і підбір різних порід при схрещуванні їх між собою з метою досягнення високого ефекту гетерозису мають велике теоретичне й практичне значення [5, 6, 10, 11, 27].

Створені породи свиней з високими відгодівельними і м'ясними якостями, такі як полтавська м'ясна і червона білопояса, можна ефективно використовувати в поєднанні з іншими породами з високими відтворювальними якостями [2, 20, 28, 31].

З появою нових генетичних досягнень спеціалізованого напрямку продуктивності зарубіжної і вітчизняної селекції вивчаються різні комбінації схрещування чистопородних і помісних свиноматок великої білої породи з кнурами вказаних спеціалізованих порід і термінальних ліній з високими відгодівельними і м'ясними якостями [1, 23, 30, 31]. Як материнську форму при схрещуванні використовують велику білу породу свиней з високими відтворювальними якостями, як батьківську – чистопородних свиней таких порід: полтавська м'ясна, червона білопояса, ландрас, а також кнурів термінальних ліній вітчизняної та зарубіжної селекції [8, 9, 15, 16, 24].

Найвищого ефекту гетерозису досягнуто при гібридизації свиней або схрещуванні спеціально відселекціонованих порід і типів за однією або декількома ознаками продуктивності [14, 22, 25, 26, 29, 32].

Матеріали і методи. Дослідження проводили у відділі дрібного тваринництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, а також у ФГ «Едем» Жовківського району та ДП ДГ «Радехівське».

Інформацію щодо кількості свинарських господарств, їхньої виробничої належності (племінні або товарні) та породного складу наявного поголів'я свиней надано департаментами агропромислового розвитку Західного регіону України. Проведено моніторинг породної належності та кількісного складу наявного свиноголів'я у

свинарських господарствах різних напрямів продуктивності Лісостепової зони Західного регіону.

Продуктивність свиноматок оцінювали за показниками багатоплідності, молочності, кількості поросят при відлученні, а також їхньою середньою живою масою і масою гнізда, відгодівельні якості помісного молодняка – за показниками середньодобових приростів, віком досягнення живої маси 100 кг.

Аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета програм «Statistica-10» та «Microsoft Excel».

Результати та обговорення. Всього поголів'я свиней у Львівській області на 01.01.2021 р. становило 362,7 тис., найбільше з них у сільськогосподарських підприємствах – 231,9 тис. гол., або 63,9% (табл. 1).

1. Кількість поголів'я свиней у Західному регіоні України

Область	Загальна кількість свиней на 01.01.2021 р., тис. гол.	Кількість свиней у сільськогосподарських підприємствах, тис. гол.	Кількість свиней у фермерських господарствах, тис. гол.	Кількість свиней у господарствах населення, тис. гол.	Кількість господарств, які займаються виробництвом свинини, шт.
Львівська	362,7	231,9	23,2	130,8	59
Волинська	250,8	66,3	14,9	184,5	14
Тернопільська	354,3	193,3	10,0	161,0	42
Рівненська	226,2	23,3	2,6	202,9	11
Івано-Франківська	306,1	217,1	2,3	89,0	10
Закарпатська	252,2	25,7	15,8	226,5	7

Департаментом агропромислового розвитку Львівської області надано перелік племінних і товарних господарств, які займаються виробництвом свинини. Всього таких господарств 59, з них 19 повністю або частково закрили сою діяльність. Найбільшими виробниками свинини в області є ТзОВ «Барком» – 80 тис. гол., ТОВ «Галичина-Захід» (с. Кавське Стрийського р-ну) – 28 тис. гол., ФГ «Едем» (с. Замочок Жовківського р-ну) – 3900 гол.

Основні породи, які використовують при виробництві свинини у Львівській області: велика біла – до 70%, ландрас – 15%, решта – п'єтрен, датський ландрас, йоркшири селекції різних країн, кнурі фірми PIC («Пі Ай Сі») великої білої породи (США), лінії Кемборо і Макстер (табл. 2).

2. Породний склад поголів'я свиней у Західному регіоні України

Область	Порода свиней, %		
	велика біла	ландрас	інші породи
Львівська	70	15	15
Волинська	72	18	10
Тернопільська	65	18	17
Рівненська	80	15	5
Івано-Франківська	68	22	10
Закарпатська	82	12	6

ФГ «Едем» є племрепродуктором свиней пород велика біла (3000 гол.) і ландрас (1170 гол.), основних свиноматок – 200 і 70 гол. відповідно.

ТзОВ «Барком» як материнську форму використовує помісних свиноматок велика біла × ландрас, яких запліднюють спермою кнура Термінальної лінії PIC 337 компанії «Пі Ай Сі». Багатоплідність свиноматок від такого поєднання досягає 16–18 голів, а гібридний молодняк на відгодівлі при середньодобових приростах 800–900 г живої маси 100 кг досягає у віці 160–170 днів.

На 01.01.2021 р. поголів'я свиней в Івано-Франківській області становило 306,1 тис. гол., найбільше з них у сільськогосподарських підприємствах – 217,1 тис. гол., або 70,9%, решта поголів'я перебуває у фермерських господарствах та населення (див. табл. 2).

Департаментом агропромислового розвитку Івано-Франківської області надано перелік 10 господарств, які займаються виробництвом свинини.

Основними породами, які використовують при виробництві свинини в області, є велика біла – 68%, ландрас – 22%, йоркшири селекції різних країн, дюрок, п'єтрен (див. табл. 2).

До найбільших виробників свинини в області належать ТзОВ «Гудвеллі Україна» та Сільськогосподарський виробничий кооператив ім. Т. Г. Шевченка.

Поголів'я свиней у Волинській області на 01.01.2021 р. становило 250,8 тис. гол., найбільше з них у господарствах населення –

184,5 тис. гол., або 73,6%, решта поголів'я перебуває в сільськогосподарських і фермерських господарствах.

Управлінням агропромислового розвитку Волинської області надано перелік найбільших господарств, які займаються виробництвом свинини. Всього таких господарств 14.

Основні породи, які використовують при виробництві свинини в області: велика біла – 72%, ландрас – 18%, решта – йоркшири, дюрк, гемпшир, п'єтрен.

Поголів'я свиней у Тернопільській області на 01.01.2021 р. становило 354,3 тис. гол., найбільше з них у сільськогосподарських підприємствах – 193,3 тис. гол., або 54,5%, у господарствах населення – 161,0 тис. гол., або 45,5%, решта поголів'я перебуває у фермерських господарствах.

Департаментом агропромислового розвитку Тернопільської області надано перелік господарств, які займаються виробництвом свинини. Всього таких господарств 42.

Основні породи, які використовують при виробництві свинини в області: велика біла – 65%, ландрас – 18%, решта – червонопояса, йоркшири, дюрк, гемпшир.

Поголів'я свиней у Рівненській області на 01.01.2021 р. становило 226,2 тис. гол., найбільше з них у господарствах населення – 202,9 тис. гол., або 89,8%, решта поголів'я перебуває в сільськогосподарських і фермерських господарствах.

Основні породи, які використовують при виробництві свинини в області: велика біла – 80%, ландрас – 15%.

Поголів'я свиней у Закарпатській області на 01.01.2021 р. становило 252,2 тис. гол., найбільше з них у господарствах населення – 226,5 тис. гол., або 89,7%, решта поголів'я перебуває в сільськогосподарських і фермерських господарствах.

Основні породи, які використовують при виробництві свинини в області: велика біла – 82%, ландрас – 12%, решта – п'єтрен, гемпшир, мангалиця.

Поголів'я свиней в Чернівецькій області здебільшого представлено двома породами – ландрас і п'єтрен. Працюють два племінні заводи порід ландрас і п'єтрен, а також племінний репродуктор породи ландрас, у якому нараховується більше 25 тис. гол. свиней.

Виходячи з одержаної нами інформації про кількісний і якісний склад свиноголів'я Лісостепової зони областей Західного регіону, а також на основі результатів, одержаних при вивченні продуктивності

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)
свиней різних варіантів схрещування, проведених раніше в лабораторії розведення свиней інституту, ми пропонуємо такі схеми схрещування для кожної із західних областей.

Львівська область. Більшість господарств із виробництва свинини на сучасному етапі використовують для схрещування свиноматок великої білої породи й кнурів породи ландрас. Одержаних від такого схрещування помісних свиноматок осіменяють спермою кнурів Термінальної лінії РІС американської компанії «Пі Ай Сі» і одержаний від такого поєднання помісний молодняк ставлять на відгодівлю.

Нашими дослідженнями у свій час було досягнуто високого ефекту гетерозису при використанні на першому етапі схрещування великої білої породи з кнурами порід полтавська м'ясна, червона білопояса. Помісних свиноматок від такого поєднання на заключному етапі спаровували з кнурами м'ясних порід, а саме – п'єтрен, гемпшир, датський ландрас.

Виходячи з цього, ми пропонуємо основним виробникам свинини у Львівській області – «Барком» та «Едем» Жовківського району – для одержання помісних свиноматок на першому етапі схрещування використовувати велику білу й полтавську м'ясну або червону білопоясу породи. На другому етапі одержані помісні свиноматки від вказаного поєднання осіменяти спермою кнурів «Пі Ай Сі» або Кемборо.

У ФГ «Едем» Жовківського району основною схемою, яку використовують для виробництва свинини, є така. На першому етапі схрещування для одержання помісних свиноматок використовують кнурів породи ландрас і свиноматок великої білої породи. На другому етапі одержані помісні свиноматки від такого схрещування осіменяють спермою кнурів американської компанії РІС. Одержаний гібридний молодняк від такого поєднання ставлять на відгодівлю.

Багатоплідність помісних свиноматок у ФГ «Едем» становить від 12 до 16 поросят, жива маса гнізда у віці 60 діб – у межах 225–230 кг. Помісний молодняк на відгодівлі при середньодобових приростах 800–850 г досягає живої маси 100 кг у віці 168–177 діб.

Для вивчення ефективності різних варіантів схрещування ми запропонували таку схему схрещування для одержання помісних свиней у ФГ «Едем». На першому етапі свиноматок великої білої породи спаровують із кнурами полтавської м'ясної породи. На другому етапі помісних свиноматок, одержаних від такого схрещування, осіменяють спермою кнурів компанії РІС. Для досягнення результатів

запропонованої нами схеми схрещування одержаний гібридний молодняк ставлять на відгодівлю.

Полтавську м'ясну породу, яку буде використано для схрещування, вибрано завдяки тому, що її створено на основі п'яти генотипів, а саме: велика біла, миргородська, ландрас, п'єстрен і вессекс-седлбек (англійська порода).

Ще одним варіантом схрещування, який ми пропонуємо застосувати у ФГ «Едем», є такий. На першому етапі спаровують свиноматок породи ландрас із кнурами великої білої породи, а одержаних помісних свиноматок осіменяють спермою кнурів американської лінії PIC. Для вивчення ефективності запропонованої нами схеми схрещування у ФГ «Едем» було спаровано 5 свиноматок породи ландрас із кнурами великої білої породи.

Показники продуктивності чистопородних і помісних свиноматок, одержаних у різних варіантах схрещування у ФГ «Едем», подано в таблиці 3.

3. Продуктивність свиноматок у ФГ «Едем» ($M \pm m, n = 10$)

Група	Поєднання порід		Продуктивність свиноматок				
	Свиноматки	Кнури	Багато-плідність, гол.	Кількість поросят у 2 міс., гол.	Жива маса гнізда у 2 міс., кг	Жива маса 1 гол. у 2 міс., кг	Збереженість, %
1	Велика біла	Велика біла	12,6 ± 0,35	12,0 ± 0,27	225 ± 4,41	18,7 ± 0,25	95,0
2	Велика біла	Ландрас	13,5 ± 0,42	13,0 ± 0,32	261 ± 5,17	20,1 ± 0,38	96,0
3	Велика біла × ландрас	PIC	14,2 ± 0,57	13,6 ± 0,49	273 ± 7,12	20,2 ± 0,41	96,0
4	Ландрас × велика біла	PIC	14,0 ± 0,48	13,5 ± 0,38	275 ± 6,13	20,4 ± 0,29	97,0
5	Велика біла × полтавська м'ясна	PIC	14,3 ± 0,34	13,7 ± 0,45	281 ± 5,53	20,5 ± 0,34	96,0

В групі 1 представлено показники продуктивності чистопородних свиноматок великої білої породи. В групі 2 – помісних свиноматок, одержаних при схрещуванні порід велика біла з ландрасом. Групи 3, 4 й 5 сформовано з помісних свиноматок F₁ таких поєднань: 3 – велика біла × ландрас, 4 – ландрас × велика біла і 5 –

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)
велика біла × полтавська м'ясна. Свиноматок груп 3, 4 і 5 осіменяли спермою кнурів термінальної лінії компанії PIS.

Схеми розведення, представлені в групах 1, 2 і 3, використовують у ФГ «Едем». Схему схрещування в групах 4 і 5 запропоновано нами експериментально з метою порівняння ефективності різних варіантів схрещування та вивчення продуктивності чистопородних і помісних свиноматок.

Найвища багатоплідність була у свиноматок груп 5 і 3, яка становила 14,3 і 14,2 гол. відповідно. Найменшою багатоплідність виявилася в чистопородних свиноматок великої білої породи – 12,6 гол.

Відповідна тенденція збережена за таким показником, як кількість поросят у двомісячному віці. Найвищою вона була у групах 3 і 5 – 13,6 і 13,7 гол. відповідно. Найнижчою – у свиноматок групи 1 – 12,0, а свиноматки груп 2 і 4 за цим показником посідали проміжне місце, який, відповідно, становив 13,5 і 14,0 гол.

Під час оцінювання свиноматок за живою масою гнізда у двомісячному віці встановлено, що вона найвища у свиноматок груп 4 і 5 – 275 і 281 кг відповідно. Нижчою жива маса гнізда виявилася у свиноматок груп 2 і 3 – 261 і 273 кг відповідно, а найменшою – в чистопородних свиноматок групи 1 – 225 кг.

За такими показниками продуктивності чистопородних і помісних свиноматок, як жива маса однієї голови у двомісячному віці та збереженість, суттєвої різниці між групами свиноматок не виявлено.

Результати одержаних показників продуктивності чистопородних і помісних свиноматок у різних варіантах схрещування у ДП ДГ «Радехівське» наведено в таблиці 4.

Найвищою багатоплідність виявилася в помісних свиноматок груп 3 і 4, які були спаровані кнурами породи п'єтрен і термінальної лінії Макстер, яка становила, відповідно, 12,4 і 13,7 гол. Багатоплідність свиноматок груп 1 і 2 була дещо нижчою і становила 12,0 і 12,1 гол. відповідно. Кількість поросят у двомісячному віці була найвищою в помісних свиноматок груп 3 і 4 – 11,5 і 12,8 гол., а в групах 1 і 2 – 10,8 і 11,0 гол. відповідно.

Такий важливий показник, як жива маса гнізда у двомісячному віці, був найкращим у помісних свиноматок груп 3 і 4 і становив 218,5 та 252,1 кг відповідно. На значно нижчому рівні цей показник виявився у свиноматок груп 1 і 2, а саме – 203,4 та 201,3 кг. Значних коливань при оцінюванні живої маси одного поросяти у двомісячному

віці у свиноматок різних груп не встановлено, вона перебувала в межах 18,8–19,7 кг.

4. Продуктивність свиноматок у ДП ДГ «Радехівське»

($M \pm m, n = 10$)

Група	Поєднання порід		Продуктивність свиноматок				
	Свиноматки	Кнурі	Багато-плідність, гол.	Кількість поросят у 2 міс., гол.	Жива маса гнізда у 2 міс., кг	Жива маса 1 гол. у 2 міс., кг	Збереженість, %
1	Велика біла	Велика біла	12,0 ± 0,44	10,8 ± 0,39	203,4 ± 5,85	18,8 ± 0,64	90,0
2	Велика біла	П'єтрен	12,1 ± 0,49	11,0 ± 0,23	201,3 ± 3,89	18,3 ± 0,39	91,0
3	Велика біла × ландрас	П'єтрен	12,4 ± 0,52	11,5 ± 0,64	218,5 ± 7,12	19,0 ± 0,47	92,7
4	Велика біла × ландрас	Макстер	13,7 ± 0,38	12,8 ± 0,55	252,1 ± 6,18	19,7 ± 0,58	93,4

Збереженість поросят, або співвідношення кількості відлучених поросят до кількості народжених, була найвищою у групі 4 й становила 93,4%, тоді як у групі 1 – 90,0%.

На основі аналізу продуктивності чистопородних і помісних свиноматок у ФГ «Едем» і ДП ДГ «Радехівське» можна зробити загальний висновок, що помісні свиноматки майже за всіма показниками продуктивності значно переважали свої чистопородні аналоги.

Волинська область. Згідно з даними Управління агропромислового розвитку Волинської області, основними породами, які використовують при виробництві свинини, є велика біла, ландрас, дюрок, гемпшир і п'єтрен.

Пропонуємо на першому етапі схрещування свиноматок великої білої породи та породи ландрас спаровувати з кнурами м'ясних порід дюрок, гемпшир і п'єтрен, а одержаних від такого поєднання помісних свиноматок осіменяти спермою кнурів лінії РІС. Весь помісний молодняк від такого поєднання ставити на відгодівлю.

Тернопільська область. Основними породами, які використовують при виробництві свинини в області, є велика біла,

ландрас, червонопояса, йоркшир, дюрок і гемпшир. Для господарств, які займаються виробництвом свинини в області, пропонуємо таку систему схрещування.

На першому етапі схрещування свиноматок великої білої породи та породи ландрас спаровувати з кнурами м'ясних порід, насамперед червонопоясої, гемпшир і дюрок. Одержаних від такого схрещування помісних свиноматок осіменяти спермою кнурів лінії РІС.

Рівненська область. Основними породами, які використовують при виробництві свинини в області, є велика біла і ландрас. З м'ясних порід нараховується невелика кількість тварин порід п'єтрен і червонопоясої. Тому на першому етапі свиноматок великої білої породи слід спаровувати з кнурами породи ландрас, а одержаних помісних свиноматок осіменяти спермою кнурів американської лінії РІС.

Івано-Франківська область. Згідно з даними Департаменту АПК Івано-Франківської області, породи велика біла й ландрас складають до 90% поголів'я свиней, решта – йоркшири селекції різних країн, дюрок, п'єтрен. Перший етап схрещування передбачає поєднання свиноматок порід велика біла та ландрас із кнурами м'ясних порід дюрок і п'єтрен, а на другому етапі одержаних помісних свиноматок осіменяють спермою кнурів американської лінії РІС.

Закарпатська область. Свинопоголів'я області до 90% представлено великою білою породою, решта – породи п'єтрен, гемпшир та мангалиця.

Враховуючи особливості області – розташування та наявність різних кліматичних зон від низинних до гірських районів, пропонуємо таку схему розведення свиней. У свинарських господарствах гірських районів на першому етапі схрещування використовувати свиноматок великої білої породи і кнурів мангалицької породи, а одержаних від такого поєднання помісних свиноматок спаровувати з кнурами м'ясних порід гемпшир і п'єтрен. В низинних районах на першому етапі схрещування спаровувати свиноматок великої білої породи з кнурами м'ясних порід п'єтрен і гемпшир, а на другому етапі помісних свиноматок осіменяти спермою кнурів американської лінії РІС.

Чернівецька область. Поголів'я свиней області здебільшого представлено двома породами – ландрас і п'єтрен. Працюють два племінні заводи цих порід, а також племінний репродуктор породи ландрас, в якому нараховується понад 25 тис. гол. свиней. Виходячи з цього, пропонуємо на першому етапі схрещування свиноматок породи

ландрас спаровувати з кнурами великої білої породи, а на другому етапі одержаних помісних свиноматок схрещувати з кнурами породи п'єстрен.

Висновки. У результаті моніторингу породного складу свиней зони Лісостепу Західного регіону України встановлено, що основними породами, які використовують для виробництва свинини, є велика біла, кількість свиней якої перебуває в межах 68–82%, ландрас – 12–22% та інші породи м'ясного напрямку продуктивності – 5–15%.

Найвищі показники продуктивності у ФГ «Едем» зафіксовано в помісних свиноматок (велика біла × полтавська м'ясна), багатоплідність яких становила 14,3 гол., що на 13,5 та 5,9% більше, ніж у чистопородних та помісних (велика біла × ландрас) свиноматок, а жива маса гнізда більша, відповідно, на 12,5 і 10,8%.

У ДП ДГ «Радохівське» помісні свиноматки (велика біла × ландрас) за всіма показниками продуктивності переважали чистопородних свиноматок. Багатоплідність у них була більша, відповідно, на 11,4%, жива маса гнізда – на 12,4%.

Розроблено систему заходів з підбору кнурів спеціалізованих порід та термінальних ліній для міжпородного схрещування, які необхідно використовувати на заключному етапі схрещування при виробництві товарної свинини в зоні Лісостепу західних областей України.

На підставі розробленої системи заходів запропоновано схему міжпородного схрещування в Лісостеповій зоні західних областей України для виробництва товарної свинини.

Список використаної літератури

1. Акимов О. В. Оценка откормочных качеств свиней с позиции оптимального взаимодействия их генотипов и специфики среды. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2 (2). С. 87–90.
2. Аналіз відтворних якостей свиней породи ландрас та уельс в суб'єктах племінної справи України / О. М. Церенюк та ін. *Науково-технічний бюлетень IT НААН*. 2021. № 125. С. 227–237.
3. Бабань О. А., Щур В. П., Щур Д. В. Схрещування у свинарстві. *Свинарство*. 24.01.2017. URL: <http://pig.tekro.ua/viroshchennya/item/27->

References

1. Akymov O. V. Evaluation of fattening qualities of pigs from the standpoint of optimal interaction of their genotypes and the specifics of the environment. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomorja*. 2015. Is. 2 (2). P. 87–90.
2. Analysis of reproductive qualities of Landrace and Wales pigs in the subjects of breeding in Ukraine / O. M. Tsereniuk et al. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn IT NAAN*. 2021. No. 125. P. 227–237.
3. Baban O. A., Shchur V. P., Shchur D. V. Crossbreeding in pig breeding. *Svynarstvo*. 24.01.2017. URL: <http://pig.tekro.ua/viroshchennya/item/27->

4. Баньковський Б. В. Промислове схрещування у свинарстві. Київ : Урожай, 1976. С. 3–51.

5. Баркарь Є. В., Дехтяр Ю. Ф. Використання кнурів-плідників м'ясних порід для покращення показників росту та відгодівельних якостей молодняку свиней. *Научный взгляд в будущее*. 2017. Вып. 6. Т. 5. С. 16–20.

6. Булатович О. М. Виявлення найбільш ефективних поєднань різних генотипів свиней залежно від методу їх розведення : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Полтава : Інститут свинарства УААН, 1999. 20 с.

7. В Україні поголів'я свиней за рік поменшало більш як на півмільйона – експерти. *Укрінформ*. 17.01.2018. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2384202-vukraini-pogoliva-svinej-zarik-pomensalo-bils-ak-na-pivmiljona-eksperti.html> (дата звернення: 26.11.2021).

8. Ващенко О. В. Комбінаційна здатність спеціалізованих порід і типів свиней в промислового схрещуванні. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 53. С. 84–90.

9. Відтворювальні якості свиноматок у системі гібридизації / М. Д. Березовський та ін. *Свинарство*. 2012. № 60. С. 21–24.

10. Вовк В. Гетерозисний ефект при поєднанні різних генотипів свиней. *Тваринництво України*. 2013. № 12. С. 11–13.

11. Волошук О. В., Гришина Л. П. Вплив генотипу кнурів на відгодівельні та м'ясні ознаки отриманого від них молодняку. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Тваринництво». 2017. Вип. 7 (33). С. 58–62.

12. Забійні якості молодняку свиней порід ландрас та уельс / В. С. Козир та ін. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2020. № 124. С. 97–104.

4. Bankovskiy B. V. Industrial crossbreeding in pig breeding. Kyiv : Urozhai, 1976. P. 3–51.

5. Barkar Ye. V., Dekhtiar Yu. F. The use of breeding boars of meat breeds to improve the growth and fattening qualities of young pigs. *Nauchnyy vzglyad v budushchee*. 2017. Is. 6. Vol. 5. P. 16–20.

6. Bulatovych O. M. Identification of the most effective combinations of different genotypes of pigs depending on the method of their breeding : avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.02.01 "Rozvedennia ta selektsiia tvaryn". Poltava : Instytut svynarstva UAAN, 1999. 20 p.

7. In Ukraine, the number of pigs has decreased by more than half a million, experts say. *Ukrinform*. 17.01.2018. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2384202-vukraini-pogoliva-svinej-zarik-pomensalo-bils-ak-na-pivmiljona-eksperti.html> (last accessed: 26.11.2021).

8. Vashchenko O. V. Combination ability of specialized breeds and types of pigs in industrial crossing. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Is. 53. P. 84–90.

9. Reproductive qualities of sows in the hybridization system / M. D. Berezovskyi ta in. *Svynarstvo*. 2012. No. 60. P. 21–24.

10. Vovk V. Heterosis effect when combining different genotypes of pigs. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 2013. No. 12. P. 11–13.

11. Voloshchuk O. V., Hryshyna L. P. Influence of boar genotype on fattening and meat traits of young animals obtained from them. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seria "Tvarynnytstvo". 2017. Is. 7 (33). P. 58–62.

12. Slaughter qualities of young pigs of Landrace and Wales breeds / V. S. Kozyr ta in. *Naukovo-tehnicnyi biuletен IT NAAN*. 2020. No. 124. P. 97–104.

13. Коваленко В. Н., Гнатюк С. И. Использование терминальных хряков зарубежной селекции в системе воспроизводства свиней. *Наукотехнічний бюлетень ІТ НААН*. 2016. № 110. С. 71–75.
14. Коваль О. А., Калиниченко Г. І. Вплив схрещування на відтворну здатність свиноматок. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2013. Вип. 21. С. 150–156.
15. Кодак Т. С. Эффективность использования кнурів зарубіжної та вітчизняної селекції у поєднанні з чистопородними та помісними свиноматками в умовах товарного репродуктора : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Полтава : Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, 2015. 21 с.
16. Коротков В. А., Васильева О. А., Желізняк І. М. Відтворювальні якості свиноматок при схрещуванні з термінальними кнурами. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. Т. 2. С. 104–107.
17. Крамаренко О. С. Вплив прямих та реципрокних схрещувань на показники відтворювальних якостей свиноматок різних порід. *Студентський науковий вісник*. 2010. Вип. 2 (3). Ч. 4. С. 83–88.
18. Лісний В. А., Лісна Т. М., Новицька В. І. Эффективность використання перспективного генофонду свиней у системі гібридації. *Таврійський науковий вісник* : зб. наук. праць Херсонського ДАУ. 2011. Вип. 76. Ч. 2. С. 15–18.
19. Мороз О. Г. Вивчення поєднань різних генотипів свиней в умовах свинокомплексу з метою одержання високопродуктивних товарних гібридів : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Полтава : Інститут свинарства УААН, 1999. 16 с.
20. Повод М. Г., Храмова О. М. Відгодівельна продуктивність гібридного
13. Kovalenko V. N., Hnatiuk S. Y. Use of terminal boars of foreign selection in the system of pig breeding. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN*. 2016. No. 110. P. 71–75.
14. Koval O. A., Kalynychenko H. I. The effect of crossbreeding on the reproductive capacity of sows. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu*. 2013. Is. 21. P. 150–156.
15. Kodak T. S. Efficiency of use of boars of foreign and domestic selection in combination with purebred and local sows in the conditions of a commodity breeder : avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.02.01 "Rozvedennia ta selektsiia tvaryn". Poltava : Instytut svynarstva i ahropromysloвого vyrobnytstva NAAN, 2015. 21 p.
16. Korotkov V. A., Vasylieva O. A., Zhelizniak I. M. Reproductive qualities of sows when crossed with terminal boars. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomorja*. 2015. Is. 2. Vol. 2. P. 104–107.
17. Kramarenko O. S. Influence of direct and reciprocal crosses on indicators of reproductive qualities of sows of different breeds. *Studentskyi naukovyi visnyk*. 2010. Is. 2 (3). Vol. 4. P. 83–88.
18. Lisnyi V. A., Lisna T. M., Novytska V. I. Efficiency of using a promising gene pool of pigs in the hybridization system. *Tavriiskyi naukovyi visnyk : zb. nauk. prats Khersonskoho DAU*. 2011. Is. 76. Vol. 2. P. 15–18.
19. Moroz O. H. Study of combinations of different genotypes of pigs in the pig complex in order to obtain high-yielding commercial hybrids : avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.02.01 "Rozvedennia ta selektsiia tvaryn". Poltava : Instytut svynarstva UAAH, 1999. 16 p.
20. Povod M. H., Khramkova O. M. Fattening productivity of hybrid young pigs of domestic and foreign origin. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahraroho universytetu*. 2017. Is. 7 (33). P. 226–232.

- молодняку свиней вітчизняного та зарубіжного походження. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2017. Вип. 7 (33). С. 226–232.
21. Повод М. Г., Храмова О. М. Відтворювальна здатність свиноматок зарубіжної селекції в умовах інтенсивної технології. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2017. Вип. 5/2 (32). С. 119–123.
22. Прокопенко О. В. Ефективність різних порід свиней в умовах Південно-східної України. *Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту*. 2000. № 1. С. 85–86.
23. Самохвал І. О., Небилиця М. С. Ефективність схрещування різних генотипів в умовах товарного свинарства. *Методи створення порід і використання сільськогосподарських тварин*. Харків, 1998. С. 175–176.
24. Стрижак Т. А. Продуктивність та м'ясні якості свиней вітчизняних і імпортованих генотипів за різних методів розведення в умовах промислової технології : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 «Розведення та селекція тварин». Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН. Полтава, 2010. 20 с.
25. Церенюк О. М., Акімов О. В., Нагорний С. А. Виробництво свинини на основі породно-лінійної гібридизації. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2012. Вип. 120. С. 193–195.
26. Церенюк О. М. Методологія визначення ефекту гетерозису в свинарстві. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2018. № 119. С. 173–184.
27. Церенюк О. М. Розрахунок генетичного потенціалу продуктивності в свинарстві. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2020. № 123. С. 194–204.
28. Шаферівський Б. С. Продуктивність кнурів спеціалізованих м'ясних порід зарубіжного походження. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. Т. 2. С. 140–146.
29. Повод М. Н., Храмова О. М. Reproductive ability of sows of foreign selection in the conditions of intensive technology. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2017. Is. 5/2 (32). P. 119–123.
22. Prokopenko O. V. Efficiency of different breeds of pigs in the conditions of South-eastern Ukraine. *Visnyk Poltavskoho derzhavnoho silskohospodarskoho instytutu*. 2000. No. 1. P. 85–86.
23. Samokhval I. O., Nebylytsia M. S. The effectiveness of crossing different genotypes in commercial pig farming. *Metody stvorennia porid i vykorystannia silskohospodarskykh tvaryn*. Kharkiv, 1998. P. 175–176.
24. Stryzhak T. A. Productivity and meat qualities of pigs of domestic and imported genotypes by different methods of breeding in the conditions of industrial technology : avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.02.01 "Rozvedennia ta selektsiia tvaryn". Poltava : Instytut svynarstva i ahropromysloвого vyrobnytstva NAAN, 2010. 20 p.
25. Tsereniuk O. M., Akimov O. V., Nahorni S. A. Pork production based on breed-linear hybridization. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN*. 2012. Is. 120. P. 193–195.
26. Tsereniuk O. M. Methodology for determining the effect of heterosis in pig breeding. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN*. 2018. No. 119. P. 173–184.
27. Tsereniuk O. M. Calculation of genetic productivity potential in pig breeding. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN*. 2020. No. 123. P. 194–204.
28. Shaferivskiy B. S. Productivity of boars of specialized meat breeds of foreign origin. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2015. Is. 2. Vol. 2. P. 140–146.
29. Yaremenko V. I., Pelykh N. L. The use of domestic breeds of pigs in different variants of crossbreeding and

29. Яременко В. І., Пелих Н. Л. Використання вітчизняних порід свиней в різних варіантах схрещування та гібридизації. *Таврійський науковий вісник*. 1999. Вип. 11. Ч. I. С. 101–104.
30. Bereskin B., Hetzer H. Genetic and maternal effects on pig weights, growth and probe back fat in diallel crosses of high – and low – fat lines of swine. *J. Anim. Sci.* 1986. Vol. 63. No. 2. P. 395–408.
31. Boar management and semen handling factors affect the quality of boar extended semen / A. L. Rodriguez et al. *Porcine Health Management*. 2017. Vol. 3 (1). P. 224–238.
32. Carmon J. L. A comparison of several crossbreeding systems and the prediction of crossbred performance. *Ga. Agric. Expt. Sta. Tech. Bul.* 1960. No. 19. P. 225–231.
- hybridization. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 1999. Is. 11. Vol. I. P. 101–104.
30. Bereskin B., Hetzer H. Genetic and maternal effects on pig weights, growth and probe back fat in diallel crosses of high – and low – fat lines of swine. *J. Anim. Sci.* 1986. Vol. 63. No. 2. P. 395–408.
31. Boar management and semen handling factors affect the quality of boar extended semen / A. L. Rodriguez et al. *Porcine Health Management*. 2017. Vol. 3 (1). P. 224–238.
32. Carmon J. L. A comparison of several crossbreeding systems and the prediction of crossbred performance. *Ga. Agric. Expt. Sta. Tech. Bul.* 1960. No. 19. P. 225–231.

Отримано: 31 березня 2022 р.
Погоджено до друку: 9 вересня 2022 р.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-11

УДК 636.598:575

В. П. ХВОСТИК, доктор сільськогосподарських наук

Сумський Національний аграрний університет

м. Суми, e-mail: lab29@meta.ua

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОСТУ М'ЯСО-ЯЄЧНИХ КУРЕЙ

У роботі наведено результати досліджень щодо застосування математичного моделювання полігенно зумовленої ознаки «жива маса» на широкому генетичному матеріалі курей. Ним виступали вихідні родинні форми м'ясо-яєчних курей вітчизняної селекції, нащадки першого-другого поколінь та поліпшеної синтетичної популяції. Живу масу курей визначали в добовому та 2-, 4-, 6-, 8-, 10-тижневому віці. Для прогнозування живої маси птиці використано моделі Б. Гомпертца, Т. Бріджеса та Ф. Річардса. Порівнювалися фактичні значення живої маси з прогнозованими і вираховувалися відхилення між ними у відсотках. Прогнозування живої маси здійснювали у 8- та 10-тижневому віці курей, виходячи з фактичних значень за перші 6 тижнів вирощування.

При використанні моделі Б. Гомпертца у м'ясо-яєчних курей F_{10} локальної субпопуляції «К», нащадків F_1 відмічено завищення живої маси у віці 8 та 10 тижнів. Найбільший відсоток перевищення прогнозованих значень над фактичними встановлено у «росівських» курей групи «К-2». У птиці інших досліджених груп ця модель також дещо завищувала значення живої маси у 8-тижневому віці (на 3,79–9,62%). Проте у віці 10 тижнів ця модель, навпаки, значно занижувала прогнозовану живу масу – на 11,27–17,88%. Загалом за моделлю Б. Гомпертца середній відсоток відхилення фактично отриманих показників живої маси і теоретично розрахованих у курей досліджених груп перебував на рівні 3,60–7,93%. Найбільш подібну відповідність емпіричних та прогнозованих значень живої маси відмічено в м'ясо-яєчних курей покращеної субпопуляції «К-5».

За моделлю Т. Бріджеса в більшості досліджених груп курей у 8-тижневому віці відмічається завищення живої маси на 1,84–12,13%, особливо в м'ясо-яєчних курей F_{10} субпопуляції «К» та потомків F_1 групи «К-2». У птиці груп «К-32» і «К-5» ця модель, навпаки, трохи занижила значення живої маси – на 1,50–3,02%. У віці 10 тижнів модель Т. Бріджеса в курей усіх груп занижує живу масу у межах 1,58–20,40%, особливо в м'ясо-яєчних курей F_{11} та нащадків F_2 . Загалом середній відсоток відхилень фактично отриманих показників живої маси і теоретично розрахованих за цією моделлю становив 2,81–7,15%. У м'ясо-яєчних курей F_{10} вихідної материнської форми, нащадків

F₁ та групи «К-5» середній відсоток відхилень не перевищував 5,0%, що свідчить про високу відповідність фактичних показників живої маси теоретично розрахованим.

Модель Ф. Річардса, як і попередні моделі, у курей більшості груп завищувала прогнозовані показники живої маси у віці 8 тижнів у межах 2,86–15,96%. У птиці груп «К-32» і «К-5», навпаки, ця модель трохи знизила значення живої маси – відповідно, на 2,71 і 3,17%. Модель Ф. Річардса в курей груп «К» (F₁₀), «К-2» та «К-5» дещо завищувала значення живої маси у 10-тижневому віці – на 0,44–4,30%. У той же час у птиці інших груп вона, навпаки, занижувала живу масу в цьому віці на 0,63–17,28%, особливо у птиці груп «К» (F₁₁) і «К-32». Середній відсоток відхилень емпіричних значень з розрахованими за цією моделлю становив 2,44–6,36%. Найбільший збіг фактичних показників із розрахованими виявлено в нащадків F₁ групи «К-1». Коефіцієнти детермінації в межах використаних моделей при прогнозуванні живої маси були високими, з максимальними значеннями в курей синтетичної групи «К-5».

Ключові слова: м'ясо-яєчні кури, жива маса, прогноз, модель Б. Гомпертца, модель Т. Бріджеса, модель Ф. Річардса.

Victor Khvostyk

Sumy National Agrarian University

Simulation of growth dynamics of meat and egg chickens

The paper presents the results of research on the application of mathematical modeling of polygenically determined trait "live weight" on a wide range of genetic material of chickens. They were the original related forms of meat and egg chickens of domestic selection, descendants of the first and second generations and the improved synthetic population. Live weight of chickens was determined at the daily and 2-, 4-, 6-, 8-, 10-week-old age. Models of B. Gompertz, T. Bridges and F. Richards were used to predict the live weight of birds. The actual values of live weight were compared with the predicted ones and the deviations between them in percent were calculated. Live weight prediction was performed at 8 and 10 weeks of age in chickens based on actual values for the first 6 weeks of rearing. When using the model of B. Gompertz in meat and egg hens F₁₀ local subpopulation "K", the offspring of F₁ showed an overestimation of live weight at the age of 8 and 10 weeks. The highest percentage of exceeding the predicted values over the actual ones was found in "Ross" chickens of the "K-2" group. In birds of other studied groups, this model also slightly overestimated the value of live weight at 8 weeks of age (by 3.79–9.62%). However, at the age of 10 weeks, this model, on the contrary, significantly underestimated the predicted live weight by 11.27–17.88%. In general, according to the model of B. Gompertz, the average percentage deviation of the actually obtained indicators of live weight and theoretically calculated in chickens of the studied groups was at the level of 3.60–7.93%. The most similar correspondence between empirical and predicted values of live weight was observed in meat and egg hens of the improved subpopulation "K-5". According to the model of T. Bridges, in

most of the studied groups of chickens at 8 weeks of age there is an overestimation of live weight by 1.84–12.13%, especially in meat and egg chickens F₁₀ subpopulation "K" and descendants of F₁ group "K-2". In birds of groups "K-32" and "K-5", this model, on the contrary, slightly underestimated the value of live weight – by 1.50–3.02%. At the age of 10 weeks, T. Bridges' model in hens of all groups underestimates the live weight in the range of 1.58–20.40%, especially in meat-and-egg hens F₁₁ and offspring F₂. In general, the average percentage of deviations of the actually obtained indicators of live weight and theoretically calculated according to this model was 2.81–7.15%. In meat-egg hens F₁₀ of the original maternal form, offspring of F₁ and group "K-5" the average percentage of deviations did not exceed 5.0%, which indicates a good correspondence of the actual live weight with the theoretically calculated. F. Richards' model, like previous models, in chickens of most groups overestimated the predicted live weight at the age of 8 weeks - in the range of 2.86–15.96%. Whereas, in birds of groups "K-32" and "K-5", on the contrary, this model slightly reduced the value of live weight – respectively by 2.71% and 3.17%. F. Richards' model in chickens of groups "K" (F₁₀), "K-2" and "K-5" slightly overestimated the value of live weight at 10 weeks of age – by 0.44–4.30%. At the same time, in birds of other groups, on the contrary, it underestimated the live weight at this age by 0.63–17.28%, especially in birds of groups "K" (F₁₁) and "K-32". The average percentage of deviations of empirical values calculated by this model was 2.44–6.36%. The greatest coincidence of the actual indicators with the calculated ones was found in the descendants of F₁ group "K-1". The coefficients of determination in the models used in the prediction of live weight were high, with maximum values in chickens of the synthetic group "K-5".

Keywords: meat and egg hens, live weight, forecast, B. Gompertz model, T. Bridges model, F. Richards model.

Вступ. Швидкість росту й розвитку сільськогосподарської птиці тісно пов'язана з її господарсько корисними та племінними якостями. Ріст і розвиток являють собою складний єдиний процес, котрий залежить від спадковості організму та умов вирощування птиці. Кількісні та якісні зміни в організмі протягом життя відбуваються з різною інтенсивністю. Це обумовлено безперервністю росту й розвитку його частин в окремі періоди життя. Ріст відбувається в результаті збільшення числа клітин, маси й розмірів організму загалом або окремих його частин. Одночасно з ростом змінюється та ускладнюється будова клітин, утворюються нові тканини й органи, тобто відбуваються якісні зміни організму, або його розвиток [2].

Для удосконалення селекційних програм у птахівництві важливого значення набуває розроблення критеріїв оцінювання закономірності росту молодяку та дорослої птиці з метою прогнозування в наступних поколіннях і для корекції системи

виращування, зокрема, використання обмеженої годівлі ремонтного молодняку, що має важливе народногосподарське значення. Для вирішення цих питань пропонується застосовувати два підходи: вивчення онтогенетичних змін живої маси птиці шляхом удосконалення показників, що характеризують інтенсивність росту й формування особин, та використання математичних моделей для опису й прогнозування живої маси [5, 10].

Математичне моделювання ґрунтується на вивченні об'єктів, явищ, процесів за допомогою різноманітних моделей, які виступають особливою системою математичних співвідношень [16, 18, 28]. Висновки, отримані за використання правильно визначеної моделі, дають змогу знизити енергетичні та економічні витрати на виробництво продукції [26].

Удосконалення методів і прийомів оцінювання росту живої маси та мірних ознак організмів тварин і птиці ведеться в різних напрямках. Одним із них є математичне моделювання кривих росту птиці для їх опису та прогнозування майбутньої яєчної та м'ясної продуктивності [15, 19, 20, 22, 23, 24]. Цей підхід найбільш інформативний, тому що вибір адекватної моделі дає змогу з високою точністю описувати теоретично розрахованими даними експериментально отримані показники [25, 29, 30], проводити оцінювання особин у ранньому віці, скоротивши період зміни генерацій, отримуючи ефект селекції внаслідок більш високої племінної цінності відібраних генотипів [4].

Для виявлення загальних закономірностей росту запропоновано низку методів, при цьому особливого значення набувають математичні моделі для опису та прогнозування продуктивності тварин. Досить докладні дослідження з моделювання росту проведено в птахівництві, де розроблено експоненційну модель, яка адекватно описує криві росту птиці [2, 3, 6, 8, 9, 11].

Метою досліджень було провести математичне моделювання полігенно зумовленої ознаки «жива маса» в м'ясо-яєчних курей різного генетичного походження, отриманих під час досліду з вивчення ефективності схрещування півнів імпортованих м'ясних кросів із м'ясо-яєчними самками вітчизняної селекції.

Матеріали і методи. За схрещування півнів м'ясних кросів «Кобб-500» та «Росс-308» з м'ясо-яєчними курми отримано нащадків першої генерації (F_1), відповідно, груп «К-1» та «К-2». За зворотного схрещування переряних півнів кросів «Кобб-500» та «Росс-308» з молодими гібридними курми F_1 груп «К-1» і «К-2» одержано гібриди другого покоління (F_2), відповідно, груп «К-51» та «К-32». Крім цього,

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)
гібриди F₁ груп «К-1» і «К-2» розводилися «у собі», внаслідок чого отримали їхніх нащадків F₂ груп «К-11» та «К-22». Шляхом об'єднання курей F₂ різних генотипових груп створено гетерогенну синтетичну популяцію «К-5» [1].

Живу масу курей визначали в добовому та 2-, 4-, 6-, 8-, 10-тижневому віці (по 100 голів кожної групи). Для прогнозування живої маси птиці використано рівняння Б. Гомпертца [17], функції Т. Бріджеса (модифікація I) [13] та Ф. Річардса [27].

Результати та обговорення. При вивченні закономірностей росту сільськогосподарської птиці насамперед визначають її живу масу, середньодобові та відносні прирости, проміри статей тіла, індекси тілобудови [7, 12, 14, 21]. Рівняння росту, згладжуючи окремі відхилення, дають змогу визначити загальну тенденцію вікових змін певного об'єкта. Визначення такої тенденції, чи траєкторії росту, дає можливість із досить високою точністю прогнозувати вікові зміни живої маси [4].

Актуальним постає питання застосування математичних моделей для опису й прогнозування живої маси на більш широкому генетичному матеріалі сільськогосподарської птиці, яким виступають у наших дослідженнях м'ясо-яєчні кури різного генетичного походження.

З використанням математичних моделей Б. Гомпертца, Т. Бріджеса та Ф. Річардса проведено прогнозування живої маси курей досліджених груп протягом раннього онтогенезу (табл. 1–9). Порівнювалися фактичні значення живої маси з прогнозованими й вираховувалися відхилення між ними у відсотках. Прогнозування живої маси здійснювали у 8- та 10-тижневому віці курей, виходячи з фактичних значень за перші 6 тижнів вирощування.

При використанні моделі Б. Гомпертца у м'ясо-яєчних курей F₁₀ локальної субпопуляції «К», нащадків F₁ відмічено завищення живої маси у віці 8 та 10 тижнів. Найбільший відсоток перевищення прогнозованих значень над фактичними встановлено в «росівських» курей групи «К-2». У птиці інших досліджених груп ця модель також дещо завищувала значення живої маси у 8-тижневому віці (на 3,79–9,62%). Проте у віці 10 тижнів ця модель, навпаки, значно занижувала прогнозовану живу масу – на 11,27–17,88%.

Загалом за моделлю Б. Гомпертца, середній відсоток відхилення фактично отриманих показників живої маси й теоретично розрахованих у курей досліджених груп перебував на рівні 3,60–7,93%. Найбільш подібну відповідність емпіричних та прогнозованих

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)
 значень живої маси відмічено в м'ясо-яєчних курей покрашеної субпопуляції «К-5».

1. Прогнозування живої маси (г) курей субпопуляції «К» (F₁₀)

Вік курей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Фактичні							
Добові	41,02	41,02	0,00	41,02	0,00	41,02	0,00
2 тижні	118,84	123,40	-3,83	113,35	4,62	119,57	-0,61
4 тижні	303,59	301,44	0,71	307,16	-1,18	303,26	0,11
6 тижнів	621,60	564,00	9,27	620,46	0,18	621,67	-0,1
Прогнозовані							
8 тижнів	859,31	961,28	-11,87	963,51	-12,13	996,42	-15,96
10 тижнів	1292,04	1482,16	-14,71	1243,68	3,74	1297,77	-0,44
\bar{X}	×	×	6,73	×	3,64	×	2,86
R ² , %	×	98,98		98,90		98,94	

2. Прогнозування живої маси (г) курей F₁ групи «К-1»

Вік курей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Фактичні							
Добові	40,53	40,53	0,00	40,53	0,00	40,53	0,00
2 тижні	149,65	145,50	2,77	134,49	10,13	139,86	6,54
4 тижні	379,20	381,11	-0,50	389,19	-2,63	383,92	-1,24
6 тижнів	787,56	777,50	1,28	784,18	0,43	786,37	0,15
Прогнозовані							
8 тижнів	1147,03	1244,13	-8,47	1188,15	-3,58	1216,81	-6,08
10 тижнів	1546,32	1823,85	-17,95	1495,93	3,26	1536,61	0,63
\bar{X}	×	×	5,16	×	3,34	×	2,44
R ² , %	×	99,27		99,75		99,77	

3. Прогнозування живої маси (г) курей F1 групи «К-2»

Вік курей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Фактичні							
Добові	42,31	42,31	0,00	42,31	0,00	42,31	0,00
2 тижні	125,68	129,34	-2,91	121,77	3,11	129,34	-2,91
4 тижні	341,68	340,04	0,48	344,15	-0,72	340,04	0,48
6 тижнів	707,73	674,00	4,77	706,94	0,11	708,09	-0,05
Прогнозовані							
8 тижнів	984,29	1108,26	-12,60	1096,06	-11,36	1130,6	-14,86
10 тижнів	1423,93	1707,65	-19,92	1401,47	1,58	1454,5	-2,15
\bar{X}	×	×	6,78	×	2,81	×	3,41
R^2 , %	×	98,98		99,25		99,22	

4. Прогнозування живої маси (г) курей субпопуляції «К» (F11)

Вік курей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Фактичні							
Добові	37,97	37,97	0,00	37,97	0,00	37,97	0,00
2 тижні	169,01	155,60	7,93	156,70	7,28	149,30	11,66
4 тижні	318,00	324,00	-1,89	324,60	-2,08	324,80	-2,14
6 тижнів	568,59	562,76	1,02	562,39	1,09	562,76	1,02
Прогнозовані							
8 тижнів	864,00	898,01	-3,94	860,60	0,39	888,70	-2,86
10 тижнів	1536,60	1265,93	17,61	1223,10	20,40	1303,20	15,19
\bar{X}	×	×	5,40	×	5,21	×	5,48
R^2 , %	×	97,73		97,75		98,42	

5. Прогнозування живої маси (г) курей F₂ групи «К-11»

Вік курей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Фактичні							
Добові	38,33	38,33	0,00	38,33	0,00	38,33	0,00
2 тижні	179,19	151,90	15,23	155,40	13,28	151,90	15,23
4 тижні	302,88	301,00	0,62	303,20	-0,11	311,00	-2,68
6 тижнів	590,32	591,30	-0,17	569,50	3,53	581,32	1,53
Прогнозовані							
8 тижнів	901,55	967,66	-7,33	894,40	0,79	991,00	-9,92
10 тижнів	1622,34	1433,29	11,65	1304,10	19,62	1500,20	7,53
\bar{X}	×	×	5,83	×	6,22	×	6,15
R ² , %	×	98,46		98,14		98,81	

6. Прогнозування живої маси (г) курей F₂ групи «К-22»

Вік курей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Фактичні							
Добові	39,18	39,18	0,00	39,18	0,00	39,18	0,00
2 тижні	175,61	161,30	8,15	157,50	10,31	141,28	19,55
4 тижні	299,73	301,40	-0,56	305,90	-2,06	307,70	-2,66
6 тижнів	576,75	568,37	1,45	556,60	3,49	578,40	-0,29
Прогнозовані							
8 тижнів	874,92	959,04	-9,62	891,00	-1,84	901,70	-3,06
10 тижнів	1562,15	1357,03	13,13	1260,10	19,34	1405,30	10,04
\bar{X}	×	×	5,48	×	6,17	×	5,93
R ² , %	×	97,85		97,75		99,15	

7. Прогнозування живої маси (г) курей F_{зв} групи «К-51»

Вік курей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Фактичні							
Добові	40,07	40,07	0,00	40,07	0,00	40,07	0,00
2 тижні	174,68	150,80	13,67	154,10	11,78	148,80	14,82
4 тижні	286,95	284,50	0,85	300,10	-4,58	304,50	-6,12
6 тижнів	593,94	596,20	-0,38	582,74	1,89	586,25	1,30
Прогнозовані							
8 тижнів	954,50	1010,61	-5,88	975,80	-2,23	998,00	-4,56
10 тижнів	1650,59	1464,60	11,27	1352,80	18,04	1493,20	9,54
\bar{X}	×	×	5,34	×	6,42	×	6,05
R ² , %	×	98,70		97,91		99,12	

8. Прогнозування живої маси (г) курей F_{зв} групи «К-32»

Вік курей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Фактичні							
Добові	41,29	41,29	0,00	41,29	0,00	41,29	0,00
2 тижні	194,98	160,19	17,84	163,78	16,00	170,20	12,71
4 тижні	316,35	337,00	-6,53	327,70	3,59	327,60	-3,56
6 тижнів	582,32	591,20	-1,52	560,50	3,75	571,21	1,91
Прогнозовані							
8 тижнів	936,34	971,86	-3,79	922,30	1,50	911,00	2,71
10 тижнів	1651,26	1356,04	17,88	1352,80	18,07	1366,00	17,28
\bar{X}	×	×	7,93	×	7,15	×	6,36
R ² , %	×	97,45		98,49		98,78	

9. Прогнозування живої маси (г) курей групи «К-5»

Вік курей	Фактичні дані	Модель Б. Гомпертца		Модель Т. Бріджеса		Модель Ф. Річардса	
		Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %	Теоретичні дані	Відхилення, %
Фактичні							
Добові	39,78	39,78	0,00	39,78	0,00	39,78	0,00
2 тижні	194,71	211,98	-8,87	209,16	-7,42	210,08	-7,89
4 тижні	554,75	544,86	1,78	541,50	2,39	542,19	2,26
6 тижнів	925,40	928,13	-0,30	931,10	-0,62	930,40	-0,54
Прогнозовані							
8 тижнів	1306,80	1253,50	4,08	1267,32	3,02	1265,35	3,17
10 тижнів	1589,60	1485,12	6,57	1509,95	5,01	1657,90	-4,30
\bar{X}	×	×	3,60	×	3,08	×	3,03
R^2 , %	×	99,91		99,91		99,91	

За моделлю Т. Бріджеса, у більшості досліджених груп курей у 8-тижневому віці відмічається завищення живої маси на 1,84–12,13%, особливо в м'ясо-яєчних курей F_{10} субпопуляції «К» та потомків F_1 групи «К-2». У птиці груп «К-32» і «К-5» ця модель, навпаки, трохи занизила значення живої маси – на 1,50–3,02%.

У віці 10 тижнів модель Т. Бріджеса в курей усіх груп занижує живу масу в межах 1,58–20,40%, особливо в м'ясо-яєчних курей F_{11} та нащадків F_2 . Загалом середній відсоток відхилень фактично отриманих показників живої маси й теоретично розрахованих за цією моделлю становив 2,81–7,15%. Найбільш точну відповідність фактичної живої маси з прогнозованою відмічено в особин F_1 групи «К-2».

У м'ясо-яєчних курей F_{10} вихідної материнської форми, нащадків F_1 та групи «К-5» середній відсоток відхилень не перевищував 5,0%, що свідчить про високу відповідність фактичних показників живої маси теоретично розрахованим.

Модель Ф. Річардса, як і попередні моделі, у курей більшості груп завищувала прогнозовані показники живої маси у віці 8 тижнів – у межах 2,86–15,96%. У птиці груп «К-32» і «К-5», навпаки, ця модель трохи знизила значення живої маси – відповідно, на 2,71 і 3,17%.

У курей груп «К» (F_{10}), «К-2» та «К-5» модель Ф. Річардса дещо завищувала значення живої маси в 10-тижневому віці – на 0,44–4,30%.

Водночас у птиці інших груп вона, навпаки, занижувала живу масу в цьому віці на 0,63–17,28%, особливо в птиці груп «К» (F_{11}) і «К-32».

Середній відсоток відхилень емпіричних значень з розрахованими за цією моделлю становив 2,44–6,36%. Найбільший збіг фактичних показників із розрахованими виявлено в нащадків F_1 групи «К-1». Як і за моделлю Т. Бріджеса, середній відсоток відхилень не перевищував 5,0% у курей вихідної материнської форми F_{10} та їхніх потомків F_1 .

Серед дослідженої птиці в курей групи «К-32» за всіма трьома використаними моделями встановлено найбільший відсоток відхилень фактичних та прогнозованих значень живої маси – 6,36–7,93%.

Коефіцієнти детермінації в межах використаних моделей при прогнозуванні живої маси були високими, з максимальними значеннями в курей синтетичної групи «К-5».

Висновки. Використання математичних моделей Б. Гомпертца, Т. Бріджеса, Ф. Річардса дало змогу з достатньо високою точністю провести прогнозування живої маси м'ясо-яєчних курей різних генотипів. При використанні моделі Б. Гомпертца в м'ясо-яєчних курей відмічено завищення живої маси у 8-тижневому віці. Проте у віці 10 тижнів ця модель, навпаки, значно занижувала прогнозовану живу масу – на 11,27–17,88%. Середній відсоток відхилення фактично отриманих показників живої маси й теоретично розрахованих у курей досліджених груп перебував на рівні 3,60–7,93%. Найбільш подібну відповідність емпіричних та прогнозованих значень живої маси відмічено в м'ясо-яєчних курей покращеної субпопуляції «К-5». За моделлю Т. Бріджеса, у більшості досліджених груп курей у 8-тижневому віці відмічається завищення живої маси на 1,84–12,13%. У віці 10 тижнів модель Т. Бріджеса у курей усіх груп занижує живу масу в межах 1,58–20,40%. Загалом середній відсоток відхилень фактично отриманих показників живої маси й теоретично розрахованих за цією моделлю становив 2,81–7,15%. У м'ясо-яєчних курей F_{10} вихідної материнської форми, нащадків F_1 та групи «К-5» середній відсоток відхилень не перевищував 5,0%, що свідчить про високу відповідність фактичних показників живої маси теоретично розрахованим. Модель Ф. Річардса у курей більшості досліджених груп завищувала прогнозовані показники живої маси у віці 8 тижнів у межах 2,86–15,96%, а в 10 тижнів, навпаки, занижувала (на 0,63–17,28%).

Список використаних джерел

1. Бондаренко Ю. В., Хвостик В. П. Покращення продуктивності м'ясо-яєчних курей вітчизняної селекції. *Вісник СНАУ. Серія: Тваринництво*. 2020. Вип. 2 (41). С. 29–32.
2. Ведмеденко О. В., Карпенко О. В. Моделювання і прогнозування живої маси курей коричневих кросів яєчного напрямку продуктивності. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 78. Ч. 2. Т. 1. С. 24–27.
3. Григоренко В. В., Щербина О. В. Математичний підхід в оцінці продуктивних якостей птиці. *Актуальні питання сучасної науки* : матеріали конфер. (м. Івано-Франківськ, 7–8 липня 2017 р.). Івано-Франківськ, 2017. С. 98–100.
4. Коваленко В. П., Нежлукченко Т. І., Плоткін С. Я. Сучасні методи оцінки і прогнозування закономірностей онтогенезу тварин і птиці. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 2. С. 40–45.
5. Коваленко І. І. Використання математичних моделей для оцінки параметрів росту птиці різних класів розподілу. *Таврійський науковий вісник*. 2003. Вип. 22. С. 96–99.
6. Лецишин І. С., Кирилів Я. І. Забійні якості молодняка качок пекінської породи та кросу Черрі-Веллі при вирощуванні з використанням БАД Активіо. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69. Ч. 2. С. 165–179. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-11.
7. Панькова С. М., Гавілей О. В., Полякова Л. Л. Вплив живої маси та її однорідності до початку фотостимуляції на рівень яєчної продуктивності курей. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 1. С. 33–40. DOI: 10.31073/agrovisnyk202210-05.
8. Степаненко Н. В. Дослідження показників ефективності виробництва яєць за допомогою математичних методів та моделей. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2020. Вип. 2. С. 303–312.
9. Степаненко Н. В. Математичні методи, моделі та інформаційні технології

References

1. Bondarenko Yu. V., Khvostik V. P. Improving the productivity of meat and egg chickens of domestic selection. *Visnyk SNAU. Seria: Tvarynnytstvo*. 2020. Is. 2 (41). P. 29–32.
2. Vedmedenko O. V., Karpenko O. V. Modeling and forecasting of live weight of hens of brown crosses of the egg direction of productivity. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2012. Is. 78. Part 2. Vol. 1. P. 24–27.
3. Grigorenko V. V., Shcherbina O. V. Mathematical approach in the assessment of productive qualities of poultry. *Current issues of modern science: conference proceedings* (Ivano-Frankivsk, July 7–8, 2017). Ivano-Frankivsk, 2017. P. 98–100.
4. Kovalenko V. P., Nezhlukchenko T. I., Plotkin S. Y. Modern methods of estimation and forecasting of laws of ontogenesis of the animals and birds. *Visnyk agrarnoyi nauky*. 2008. No. 2. P. 40–45.
5. Kovalenko I. I. The use of mathematical models to estimate the growth parameters of poultry of different classes of distribution. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2003. Is. 22. P. 96–99.
6. Leshchysyn I. S., Kyrlyiv Ya. I. The indicators of meat productivity of the ducklings of the Beijing and Cherry Valley crosses during growing with the use of Activio supplement. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2021. Is. 69 (2). P. 165–179. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-11.
7. Pankova S. M., Havilei O. V., Poliakova L. L. Influence of live weight and its homogeneity before the beginning of photostimulation on the level of egg productivity of hens. *Visnyk agrarnoyi nauky*. 2022. No. 1. P. 33–40. DOI: 10.31073/agrovisnyk202210-05.
8. Stepanenko N. V. Research of indicators of efficiency of production of eggs by means of mathematical methods and models. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seria: Ekonomika*. 2020. Is. 2. P. 303–312.
9. Stepanenko N. V. Mathematical methods, models and information

в економіці. *Бізнес-навігатор*. 2018. Вип. 4 (47). С. 189–194.

10. Степаненко Н. В. Моделювання і прогнозування живої маси птиці яєчних кросів. *Таврійський науковий вісник*. 2002. Вип. 21. С. 220–224.

11. Ткаченко Р. П., Рибаченко А. В. Математична модель виробництва яєць на промисловій основі. *Наукові записки КНТУ*. 2011. Вип. 11. Ч. III. С. 133–138.

12. Щербина О. В. Ефективність диференційного утримання птиці в умовах півдня України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 1 (43). С. 111–117.

13. Bridges T. C., Turner L. W., Smith E. M. A mathematical procedure for estimating animal growth and body composition. *Trans. ASAE*. 1986. Vol. 29. No. 5. P. 1342–1347.

14. Edeh H. O., Osita C. O., Nwoga C. C. The effect of bodyweight variation on laying performances of Shaver brown hen in humid tropical environment. *Nigerian J. Anim. Sci.* 2020. Vol. 22. Is. 1. P. 83–90.

15. Faridi A., Mottaghtalab M., Rezaee F. Narushin-Takma models as flexible alternatives for describing economic traits in broiler breeder flocks. *Poultry Sci.* 2011. Vol. 90. P. 507–515.

16. Ferreira N. T., Nilva K., Sakomura N. K. Modelling the egg components and laying patterns of broiler breeder hens. *Animal Production Science*. 2015. Vol. 78. № 10. P. 342–360.

17. Gompertz B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and a new mode of determining the value of live contingencies. *Phil. Trans. Roy. Soc.* 1825. Vol. 182. P. 513–585.

18. Gous R. M. Simulation modeling for predicting responses in broiler breeder and laying hens. 2012. *XXIV World's Poultry Congress, Brazil*. 2012. P. 1–8.

19. Javid I., Sohail H. K., Nasir M. Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of

technologies in economics. *Biznes-navigators*. 2018. Is. 4 (47). P. 189–194.

10. Stepanenko N. V. Modeling and forecasting of live weight of poultry egg crosses. *Tavriyskiy naukoviy visnyk*. 2002. Is. 21. P. 220–224.

11. Tkachenko R. P., Rybachenko A. V. Mathematical model of egg production on an industrial basis. *Naukovi zapysky KNTU*. 2011. Is. 11. Part III. P. 133–138.

12. Scherbina O. V. Effectively of differential keeping of poultry in the conditions of southern Ukraine. *Visnik Dnipropetrovskogo derzhavnogo agrarno-ekonomichnogo universitetu*. 2017. No. 1 (43). P. 111–117.

13. Bridges T. C., Turner L. W., Smith E. M. A mathematical procedure for estimating animal growth and body composition. *Trans. ASAE*. 1986. Vol. 29. No. 5. P. 1342–1347.

14. Edeh H. O., Osita C. O., Nwoga C. C. The effect of bodyweight variation on laying performances of Shaver brown hen in humid tropical environment. *Nigerian J. Anim. Sci.* 2020. Vol. 22. Is. 1. P. 83–90.

15. Faridi A., Mottaghtalab M., Rezaee F. Narushin-Takma models as flexible alternatives for describing economic traits in broiler breeder flocks. *Poultry Sci.* 2011. Vol. 90. P. 507–515.

16. Ferreira N. T., Nilva K., Sakomura N. K. Modelling the egg components and laying patterns of broiler breeder hens. *Animal Production Science*. 2015. Vol. 78. No. 10. P. 342–360.

17. Gompertz B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and a new mode of determining the value of live contingencies. *Phil. Trans. Roy. Soc.* 1825. Vol. 182. P. 513–585.

18. Gous R. M. Simulation modeling for predicting responses in broiler breeder and laying hens. 2012. *XXIV World's Poultry Congress, Brazil*, 2012. P. 1–8.

19. Javid I., Sohail H. K., Nasir M. Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of

- broiler breeder. *J. Appl. Anim. Res.* 2016. Vol. 44. P. 354–364.
20. Leksrisompong N., Romero-Sanchez H., Oviedo-Rondón E. O. Effects of feeder space allocations during rearing, female strain, and feed increase rate from photo stimulation to peak egg production on broiler breeder female performance. *Poultry Sci.* 2014. Vol. 93. P. 1045–1052.
21. Milisits G., Szentirmai E., Donko T. Effect of initial body weight and body composition of Tetra SL laying hens on the changes in their liveweight, body fat content, egg production and egg composition during the first egg-laying period. *Acta Agraria Kaposvariensis.* 2016. Vol. 20. Is. 1. P. 27–35.
22. Narinc D., Karaman E., Aksoy T. Investigation of nonlinear models to describe long-term egg production in Japanese quail. *Poultry Sci.* 2013. Vol. 92. P. 1676–1682.
23. Narinc D., Karaman E., Firat Z. M. Comparison of non-linear growth models to describe the growth in Japanese quail. *J. Anim. Vet. Adv.* 2011. Vol. 14. P. 1961–1966.
24. Narinc D., Uckardes F., Aslan E. Egg production curve analysis in poultry science. *World Poultry Sci. J.* 2014. Vol. 70. P. 817–828.
25. Nonis M. K., Gous R. M. Modelling changes in the components of eggs from broiler breeders over time. *Br. Poultry Sci.* 2013. Vol. 54. P. 603–610.
26. Otwinowska-Mindur A., Gumulka M., Kania-Gierdziewicz J. Mathematical models for egg production in broiler breeder hens. *Ann. Anim. Sci.* 2016. Vol. 16. No. 4. P. 1185–1198. DOI: 10.1515/aoas-2016-0037.
27. Richards F. J. A flexible growth function for empirical use. *Journal of experimental Botany.* 1959. Vol. 10. P. 290–300.
28. Tumova E., Gous R. M., Tyler N. Effect of hen age, environmental temperature, and oviposition time on egg shell quality and egg shell and serum mineral contents in laying and broiler breeder hens. *Czech J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 59. P. 435–443.
- broiler breeder. *J. Appl. Anim. Res.* 2016. Vol. 44. P. 354–364.
20. Leksrisompong N., Romero-Sanchez H., Oviedo-Rondón E. O. Effects of feeder space allocations during rearing, female strain, and feed increase rate from photo stimulation to peak egg production on broiler breeder female performance. *Poultry Sci.* 2014. Vol. 93. P. 1045–1052.
21. Milisits G., Szentirmai E., Donko T. Effect of initial body weight and body composition of Tetra SL laying hens on the changes in their liveweight, body fat content, egg production and egg composition during the first egg-laying period. *Acta Agraria Kaposvariensis.* 2016. Vol. 20. Is. 1. P. 27–35.
22. Narinc D., Karaman E., Aksoy T. Investigation of nonlinear models to describe long-term egg production in Japanese quail. *Poultry Sci.* 2013. Vol. 92. P. 1676–1682.
23. Narinc D., Karaman E., Firat Z. M. Comparison of non-linear growth models to describe the growth in Japanese quail. *J. Anim. Vet. Adv.* 2011. Vol. 14. P. 1961–1966.
24. Narinc D., Uckardes F., Aslan E. Egg production curve analysis in poultry science. *World Poultry Sci. J.* 2014. Vol. 70. P. 817–828.
25. Nonis M. K., Gous R. M. Modelling changes in the components of eggs from broiler breeders over time. *Br. Poultry Sci.* 2013. Vol. 54. P. 603–610.
26. Otwinowska-Mindur A., Gumulka M., Kania-Gierdziewicz J. Mathematical models for egg production in broiler breeder hens. *Ann. Anim. Sci.* 2016. Vol. 16. No. 4. P. 1185–1198. DOI: 10.1515/aoas-2016-0037.
27. Richards F. J. A flexible growth function for empirical use. *Journal of experimental Botany.* 1959. Vol. 10. P. 290–300.
28. Tumova E., Gous R. M., Tyler N. Effect of hen age, environmental temperature, and oviposition time on egg shell quality and egg shell and serum mineral contents in laying and broiler

29. Wencek E., Kałużna I., Koźlecka M. Performance assessment of the utilitarian and breeding values of meat-type hens. The results of the assessment of the utilitarian value of poultry in 2014 (in Polish). *The National Poultry Council – Chamber of Commerce, Warsaw 2015*. P. 1243–1387.
30. Wolc A., Graczyk M., Settar P. Modified Wilmink curve for egg production analysis in layers. *XXVII International Poultry Science Symposium PB WPSA "Science to practice – practice to science", Bydgoszcz, Poland, 2015*. P. 56.
- breeder hens. *Czech J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 59. P. 435–443.
29. Wencek E., Kałużna I., Koźlecka M. Performance assessment of the utilitarian and breeding values of meat-type hens. The results of the assessment of the utilitarian value of poultry in 2014 (in Polish). *The National Poultry Council – Chamber of Commerce, Warsaw 2015*. P. 1243–1387.
30. Wolc A., Graczyk M., Settar P. Modified Wilmink curve for egg production analysis in layers. *XXVII International Poultry Science Symposium PB WPSA "Science to practice – practice to science", Bydgoszcz, Poland, 2015*. P. 56.

Отримано: 10 березня 2022 р.

Погоджено до друку: 8 вересня 2022 р.

Наукове видання

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ
ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО**

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1967 р.
Випуск 72
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. 10,27. 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

