

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

УДК 631.636

ISSN 0130-8521
e- ISSN 2786-5231

*Рекомендовано до друку
вченою радою Інституту сільського
господарства Карпатського регіону
НААН,
протокол № 10
від 21 листопада 2023 р.*

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

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

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

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

*Свідоцтво про внесення суб'єкта
видавничої справи
до державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 7457
від 28.09.2021 р.
inagrokarpat@isgkr.com.ua
www.isgkr.com.ua*



Міжвідомчий тематичний науковий збірник

ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО

Заснований у 1967 р.

Випуск 74 • Частина 2 • 2023



**Видавництво
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН
Оброшине 2023**

Адреса редколегії:
Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине
Львівського р-ну Львівської обл.,
81115
Тел./факс+38 (032) 227 97 99,
227 97 33,
e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua

Редакційна колегія:

- Стасів О. Ф.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, відповідальний редактор
- Коник Г. С.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, заступник відповідального редактора
- Влізло В. В.**, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, Україна, заступник відповідального редактора
- Панахид Г. Я.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, відповідальний секретар
- Байструк-Глодан Л. З.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Бойко П. І.**, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», Україна
- Вавринович О. В.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Вовк С. О.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Волощук І. С.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Волощук О. П.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- 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 аграрний університет, Україна
- Лихочвор В. В.**, Львівський національний аграрний університет, Україна
- Мароунек М.**, Інститут тваринництва, Чеська республіка
- Оліфір Ю. М.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Останів Д. Д.**, Інститут біології тварин НААН, Україна
- Партика Т. В.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Петриченко В. Ф.**, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, Україна
- Пілярчик Б.**, Західнопоморський технологічний університет в м. Щецін, Республіка Польща
- Рівіс Й. Ф.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Седіло Г. М.**, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Стадницька О. І.**, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна
- Чернявська-Пятковська Є.** Західнопоморський технологічний університет в м. Щецін, Республіка Польща

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

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

UDK 631.636

ISSN 0130-8521
e- ISSN 2786-5231

*Recommended for publication
by the Academic Council
of Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS,
Protocol № 10 of November 21, 2023*

*Registration certificate
№ 24025-13865
dated 05.07.2019*

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

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

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

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



Interdepartmental thematic scientific collection

FOOTHILL AND MOUNTAIN AGRICULTURE AND STOCKBREEDING

Since 1967

Volume 74 • Issue 2 • 2023



*Видавництво
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН
Obroshyne 2023*

Editorial board address:

Institute of Agriculture of Carpathian
Region of NAAS,
st. Grushevskogo, 5, Obroshyne village,
Lviv district, Lviv region, 81115
Tel./fax +38 (032) 227 97 99,
227 97 33,
e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua

Editorial board:

- Stasiv O. F.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, editor-in-chief
- Konyk H. S.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, deputy editor-in-chief
- Vlizlo V. V.**, Academician of NAAS, State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Ukraine, deputy editor-in-chief
- Panakhid H. Ya.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, executive secretary
- Baistruk-Hlodan L. Z.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Boiko P. I.**, National Scientific Center "Institute of Agriculture of NAAS", Ukraine
- Vavrynovych O. V.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Vovk S. O.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Voloshchuk I. S.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Voloshchuk O. P.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- 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
- Lykhochvor V. V.**, Lviv National University of Nature Management, Ukraine
- Marounek M.**, Institute of Animal Science, Czech Republic
- Olifir Yu. M.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Ostapiv D. D.**, Institute of Animal Biology of NAAS, Ukraine
- Partyka T.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region 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
- Stadnytska O.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Sedilo H. M.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Fedak N. M.**, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine
- Czerniawska-Piqtowska E.**, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland
- Shuvar I. A.**, Lviv National University of Nature Management, Ukraine

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

© Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS, 2023

ЗМІСТ

CONTENT

ЗЕМЛЕРОБСТВО
І РОСЛИННИЦТВОAGRICULTURE
AND PLANT GROWING

<i>Білоніжка Х. В.</i> Ефективність застосування мікродобрив у технології вирощування редьки олійної (<i>Raphanus sativum d. var. oleifera metrg.</i>).....	7	<i>Bilonizhka Kh. V.</i> Efficiency of using microfertilizers in the technology of growing oilseed radish ..(<i>Raphanus sativum d. var. oleifera metrg.</i>)
<i>Ващишин О. А., Біловус Г. Я., Пристацька О. Н., Воробель М. І.</i> Вплив абіотичних факторів на розвиток борошнистої роси на сортах ячменю озимого в умовах західного лісостепу України.....	17	<i>Vashchyslyn O. A., Bilovus H. Ya., Prystatska O. N., Vorobel M. I.</i> Influence of abiotic factors on the development of powdery mildew on winter barley cultivarsin the Western Forest-Steppe of Ukraine
<i>Демидов О. А., Правдзіва І. В., Василенко Н. В.</i> Вплив умов року, строку сівби та попередника на формування сили борошна генотипів <i>Triticum aestivum</i> L.....	27	<i>Demydov O. A., Pravdziva I. V., Vasylenko N. V.</i> The influence of growing season conditions, sowing date, and preceding crop on the flour strength formationin <i>Triticum aestivum</i> L. genotypes
<i>Дубицький О. Л., Дубицька А. О., Качмар О. Й., Вавринович О. В., Щерба М. М.</i> Розвиток фотосинтетичних процесів та зернова продуктивність пшениці озимої за біологізованих систем удобрення.....	39	<i>Dubyskyi O. L., Dubytska A. O., Kachmar O. Y., Vavrynovych O. V., Shcherba M. M.</i> Development of photosynthetic processes and grain productivity of winter wheatunder biological fertilization systems
<i>Галан М. С., Лісова Ю. А., Гук Р. М.</i> Джерела стійкості до насінневого довгоносика (<i>Bruchus</i> ssp.) колекційних зразків кормових бобів (<i>Vicia faba</i> L.)	50	<i>Halan M. S., Lisova Yu. A., Huk R. M.</i> Sources of resistance to seed weevils (<i>Bruchus</i> ssp.) of collection samples of forage beans(<i>Vicia faba</i> L.)
<i>Гарбар Л. А., Довбаш Н. І., Венгер В. О., Benselhoub, A., Іваницька А. П.</i> Формування структури врожаю ріпаку озимого за впливу умов живлення.....	62	<i>Harbar L. A., Dovbash N. I., Venher V. O., Benselhoub, A., Ivanytska A. P.</i> Formation of the structure of the winter rapeseed crop ..under the influence of nutrition conditions
<i>Ільчиняк У. О., Пукало Д. Л.</i> Поверхнєве поліпшення низинних лучних травостоїв в умовах Карпатського регіону.....	71	<i>Ilchyniak U. O., Pukalo D. L.</i> Surface improvement of lowland meadow grasslands ...in the conditions of the Carpathian Region

<i>Качмар О. Й., Вавринович О. В., Саверин І. В.</i>	<i>Kachmar O. Y., Vavrynovych O. V., Saveryn I. V.</i>
Герботологічний стан посівів сільськогосподарських культур у короткоротаційній сівозміні залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення.....	Herbological condition of agricultural crops in short-rotation crop rotation depending on the main tillage and fertilization systems
83	83
<i>Оліфір Ю. М., Габриель А. Й., Гавришко О. С., Партика Т. В., Козак Н. І.</i>	<i>Olifir Yu. M., Habryel A. Y., Havryshko O. S., Partyka T. V., Kozak N. I.</i>
Фракційний та груповий склад гумусу ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за тривалих агрогенних навантажень.....	Fractional and group composition of humus of light-gray forestal surface-gleyed soil under long-term agrogenic loads
96	96
<i>Степаненко М. В.</i>	<i>Stepanenko M. V.</i>
Вплив способів сівби на вміст крохмалю та білку в зерні гібридів кукурудзи.....	Influence of sowing methods on starch and protein content in the grain of corn hybrids
107	107
<i>Тимчишин О. Ф., Рудавська Н. М., Шувар А. М., Шевченко Т. В.</i>	<i>Tymchyshyn O. F., Rudavska N. M., Shuvar A. M., Shevchenko T. V.</i>
Вплив норм висіву льону-межеумку на структурні та врожайні показники.....	Influence of sowing rates of intermedia flax on structural and yield indicators
116	116

ТВАРИННИЦТВО**STOCKBREEDING**

<i>Гринів М. В.</i>	<i>M. V. Hryniv</i>
Інтенсивність росту та інтер'єрні показники кролів за використання зерна тритикале у раціоні...	Growth intensity and interior indicators of rabbits by the use of triticale grain in the diet
126	126
<i>Кирилів Я. І., Федак Н. М., Петришин М. А., Прудеус Т. Я.</i>	<i>Kyryliv Ya. I., Fedak N. M., Petryshyn M. A., Prudeus T. Ya.</i>
Використання фітобіотиків у годівлі телят та їх вплив на формування рубцевого травлення і резистентність.....	Use of phytobiotics in calf feeding and their influence on the formation of rumen digestion and resistance
134	134
<i>Петришин М. А., Седіло Г. М., Вовк С. О.</i>	<i>Petryshyn M. A., Sedilo H. M., Vovk S. O.</i>
М'ясна продуктивність молодняку асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною та помісей 3/8 кровних за породою суффолк.....	Meat productivity of young askanian meat-wool breed with crossbred wool and hybrids of 3/8 blood of the Suffolk breed
145	145

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.85:631.811.98

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРИВ
У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ
(*RAPHANUS SATIVUM D. VAR. OLEIFERA METRG.*)*****Х. В. Білоніжка**

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

Про авторів:

Христина БІЛОНІЖКА,
аспірант
ORCID: 0000-0001-9578-196X

Для листування:

Христина БІЛОНІЖКА
e-mail: k.bilonizhka@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

26 вересня 2023 р.

Погоджено до друку:

17 жовтня 2023 р.

Проростання насіння є активною фазою життєдіяльності рослин, тому першим етапом у технології вирощування сільськогосподарських культур є заходи направлені на підвищення життєздатності та польової схожості насіння. Серед них важливе місце належить передпосівній обробці насіння фунгіцидно-інсектицидними протруйниками з додаванням біологічно-активних речовин. Особливу зацікавленість для сільгоспвиробників мають комплексні мікродобрива з широким спектром поживних елементів, які включають у своєму складі незначну частину стимуляторів росту рослин та проявляють липку й плівкоутворювальну властивості. У статті представлено результати досліджень, проведені в відділі насінництва та насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, на сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах зони Західного Лісостепу за 2021–2023 рр. Встановлено, що насіннєвий матеріал редьки олійної, оброблений мікродобривами швидше поглинав воду і набухав, а це підвищувало енергію проростання висіяного насіння. Порівняно з контролем (без мікродобрив) відсоток польової схожості зростав на 2,8–3,6 %. Мікроелементи, які присутні в добривах, дозволяли насінню отримувати більш збалансоване живлення, краще засвоювати інші важливі елементи з ґрунту, стимулюючи активність ферментів, тому починаючи з перших етапів органогенезу покращувалися всі показники росту й розвитку рослин. Під впливом передпосівної обробки насіння мікродобривами площа листової поверхні рослин редьки олійної зростала з 37,5 тис. м²/га (контроль – без мікродобрив) до 40,8 тис. м²/га за використання Вітазиму в нормі 1,0 л/га та 40,9 тис. м²/га – за ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/га), або на 6,1–9,1 %. Найвища чиста продуктивність фотосинтезу сортів зафіксована на варіантах застосування мікродобрив Вітазим (1,0 л/т) та ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т), відповідно 0,21 і 0,23 г/м² за добу. У досліджуваній ґрунтово-кліматичній зоні, оптимальний рівень мінерального живлення рослин N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (по сходах) + N₂₀ (фаза розетки-стеблування) та передпосівна обробка насіння мікродобривами, сприяла забезпеченню рослин доступними поживними речовинами, забезпечуючи високу урожайність сортів редьки олійної – 3,64–3,74 т/га, або вищу до контролю (без мікродобрив) – на 0,21–0,31 т/га.

Ключові слова: редька олійна, сорт, мінеральні добрива, мікродобрива, польова схожість насіння, структура рослин, урожайність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

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

© Білоніжка Х. В., 2023

Efficiency of using microfertilizers in the technology of growing oilseed radish (*Raphanus sativum d. var. oleifera metrg.*)

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

About authors:

Khrystyna BILONIZHKA
ORCID: 0000-0001-9578-196X

For corresponding:

Khrystyna BILONIZHKA
e-mail: k.bilonizhka@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

September 26, 2023

Accepted:

October 17, 2023

Seed germination is an active phase of plant life, therefore, the first stage in the technology of growing agricultural crops is aimed at increasing the viability and field germination of seeds. Among them, an important place belongs to the pre-sowing treatment of seeds with fungicidal-insecticidal protectants with the addition of biologically active substances. Of particular interest to agricultural producers are complex microfertilizers with a wide range of nutrients, which include a small portion of plant growth stimulants and have adhesive and film-forming properties. The article presents the results of research conducted in the department seed production and seed science of the Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS on gray forestal surface-gleyed soils of the Western Forest-Steppe zone for 2021–2023. It was established that the seed material of oil radish, treated with microfertilizers, absorbed water faster and swelled. This increased the germination energy of the sown seeds. Compared to the control (without microfertilizers), the percentage of field germination increased by 2.8–3.6 %. The microelements present in the fertilizers allowed the seeds to receive more balanced nutrition and better absorb other important elements from the soil, stimulating the activity of enzymes. Therefore, starting from the first stages of organogenesis, all indicators of plant growth and development improved. Under the influence of pre-sowing treatment of seeds with microfertilizers, the leaf surface area of oil radish plants increased from 37.5 thous. m²/ha (control – without microfertilizers) to 40.8 thous. m²/ha when using Vitazim at a rate of 1.0 l/ha and 40.9 thous. m²/ha – with YaraVita Brasitrel Pro (1.0 l/ha), or by 6.1–9.1 %. The higher net productivity of photosynthesis of the varieties was recorded with the use of microfertilizers Vitazim (1.0 l/t) and YaraVita Brasitrel Pro (1.0 l/t), respectively 0.21 and 0.23 g/m² per day. In the studied soil-climatic zone, the optimal level of mineral nutrition of plants N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (for seedlings) + N₂₀ (rosette-stemming phase) and pre-sowing treatment of seeds with microfertilizers contributed to providing plants with available nutrients, ensuring high productivity of oilseed radish varieties – 3.64–3.74 t/ha, or higher to control (without microfertilizers) – by 0.21–0.31 t/ha.

Keywords: oilseed radish, variety, mineral fertilizers, microfertilizers, field germination of seeds, plant structure, crop capacity.

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

Вступ. Формування високої врожайності сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з застосуванням у технологіях вирощування макро- і мікродобрив. Виробничий досвід свідчить, що внесення макродобрив, або високих норм азоту не дає змоги досягти бажаних результатів особливо в напрямі одержання рослинницької продукції високої якості [6, 11, 17, 24].

На сьогодні в господарствах нерідко

використовують як однокомпонентні мікродобрива мінеральні солі, або їх суміші в одному баковому розчині, що зумовлено їх низькою вартістю та доступністю [8, 16, 22].

Це переважно сульфати міді, цинку, марганцю, кобальту, молібдату амонію, розчин кристалічного йоду, ванадату натрію чи амонію, борна кислота або бура. До переваг сульфатів слід віднести той факт, що, крім мікроелемента, вони поставляють

сульфат-іон, сірка якого добре засвоюється рослиною [2, 3, 5].

Але, як показала практика, мінеральні солі мікроелементів за своєю ефективністю поступаються більш широко застосовуваним хелатним сполукам мікроелементів, оскільки хелати в дозах, у 2–10 разів менших, ніж мінеральні солі (в еквіваленті мікроелементів), забезпечують однакові надбавки врожаїв основних сільськогосподарських культур. Це чудові помічники для рослин, що дозволяють засвоювати мікроелементи майже на 90 %, в результаті чого в рази зменшується хімічне навантаження на ґрунт. За своєю структурою близькі до природних речовин, не токсичні, не приносять шкоди та характеризуються ефективністю для рослин (вища у 2–10 разів, у порівнянні з іншими формами). Не відбувається їх зв'язування в ґрунті й руйнування під впливом мікроорганізмів та будь-яких сторонніх реакцій. Виявляють стійкість у всьому діапазоні кислотності ґрунтів і сумісні практично з усіма мінеральними добривами [4, 25, 28, 29, 31].

Основні мікроелементи, необхідні рослинам: Fe (залізо), Mn (марганець), Cu (мідь), Zn (цинк), B (бор), Mo (молібден) і Co (кобальт). Вони залучаються до фізіологічних, біохімічних процесів, впливають на вуглеводний і азотний обмін, переміщення макроелементів і цукрів, беруть участь у виробленні хлорофілу, активують фотосинтез і роботу ферментів. Попри на відмінності в кількісній потребі, функції кожного необхідного макро- і мікроелемента в рослинах дуже специфічні, тому жоден поживний елемент не може бути замінений іншим, дефіцит будь-якого призводить до порушення обміну речовин і фізіологічних процесів, погіршення росту і розвитку, їх зимо- і посухостійкості, стійкості до хвороб і несприятливих впливів зовнішнього середовища, що обумовлює зниження врожайності і якості вирощеної продукції [1, 7, 13–15, 23, 27].

Вчені стверджують, що сучасні підходи до живлення рослин мають мати адаптивний характер і відповідати як

гідротермічному забезпеченню території, так і конкретним біологічним особливостям самої культури з огляду на сортову архітектоніку. В останні роки формат оцінки ефективності дії добрив зміщується в фітоценологічному напрямку, підходи якого вкладаються технологічно у стратегію землеробства. Дана стратегія трансформує поняття від загального до індивідуального і дає можливість підійти до агрофітоценозу певної культури з позиції індивідуального розвитку враховуючи стресові фактори, які виникають при дотриманні певних технологічних регламентів вирощування [19].

Мінеральні добрива й мікродобрива в фітоценологічному підході оцінок розглядаються як стресорегулюючий чинник та оцінюються у форматі стимулятора гарантування отримання рослин різного життєвого класу віталітету, різного ідіотипу. Попри відносну опрацьованість питання віталітетної стратегії агрофітоценозів, аспекти їх застосування для оцінки ефективності мінерального живлення рослин є новими в практиці розробки технологій вирощування певних культур, яка включає такі базові елементи як норма висіву, площа живлення рослин та удобрення, яке має ефективно поєднувати й підсилювати попередні два чинники. Особливо важливим і доречним такий підхід є для культур, які відрізняються високими ступенями модифікаційної мінливості на рівні репродуктивного зусилля та індивідуальних параметрів насінневої продуктивності та є чутливими до зміни посівних параметрів при технологічному закладенні та формуванні агрофітоценозів. Враховуючи той факт, що редьку олійну можна віднести саме до таких культурних видів рослин застосування системи фітоценологічної оцінки удобрення для неї є актуальним і обґрунтованим [12, 18, 20, 21, 26, 30].

Мета наших досліджень полягала в науковому обґрунтуванні ефективності застосування мікродобрив нового

покоління в передпосівній обробці редьки олійної та їх вплив на врожайність насіння.

Матеріали і методи. Дослідження виконували впродовж 2021–2023 рр. у відділі насінництва та насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

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

Погодні умови за роки досліджень були контрастними. Третя декада квітня 2021 р. (період сівби ярих культур) була дещо холоднішою (на 1,2 °С) порівняно з середньобагаторічними даними (7,4 °С) і сухою (51,0 %). Продуктивна вологість ґрунту становила 24,3 мм і була забезпечена більшою кількістю опадів яка випала в другій декаді – 24,5 проти 16 мм. Температурні умови травня і червня відповідали середньо багаторічним з меншим (65 %) вологозабезпеченням. Перша декада липня була дощовою – 166 % до середньобагаторічних даних з вищою на 4,1 °С температурою повітря. У другій декаді також спостерігали вищий температурний режим на 5,3 °С з менш як 91 % кількістю опадів. Запаси вологості ґрунту становили 24,3 мм і були забезпечені більшою кількістю опадів, яка випала в другій декаді липня – 24,5 проти 16 мм. Повні сходи відзначено на 7 добу після сівби.

У 2022 р. перехід через 5 °С відбувся раніше – у третій декаді березня. Квітень був холодним з середньомісячною температурою 6,5 °С (середньобагаторічний показник 7,4 °С). У першій і третій декаді випала велика

кількість опадів (31,0 за 16 мм і 44,9 за 19 мм), середньомісячна – їх кількість переважала на 31 мм. Зростання температурного режиму в другій декаді квітня 2023 р. до 9,8 °С, а в третій – до 10 °С та достатня кількість опадів (22,9 і 20,0 мм) сприяли проведенню сівби гірчиці білої в третій декаді квітня. Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–10 см становили 16,5 мм і були достатніми для отримання дружних сходів.

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

Об'єктом досліджень були сорти редьки олійної Журавка (оригіна́тор – Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН) і Факел (оригіна́тор – Інститут олійних культур Української академії аграрних наук).

У досліді вивчали мікродобрива: Оракул насіння (1,0 л/т), ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) і Вітазим (1,0 л/т) на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{50}$ (по сходах) + N_{20} (фаза розетки-стеблуння).

Дослідження проводили з використанням методики проведення експертизи сортів редьки олійної на відмінність, однорідність і стабільність [10]; густоту рослин визначали методом облікових площ; польову схожість насіння – за відношенням рослин, які проросли, до висіяного насіння; статистичний аналіз результатів – методом дисперсійного аналізу за методикою В. О. Ушкаренка та ін. [9] з використанням

програми Microsoft Excel.

Результати та обговорення.

Застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння підвищувало процес проростання, а водночас польову схожість (табл. 1). У 2021–2023 рр. польова схожість висіяного насіння на контролі становила 90,2 % у сорту Журавка і 90,4 % у сорту Факел. Передпосівна обробка насіння мікродобривом Оракул насіння в нормі 1 л/т сприяла підвищенню польової схожості на 2,4 %. Мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) забезпечило найвищий приріст до контролю 3,2–3,3 %. За застосування Вітазиму в нормі 1,0 л/т зростання даного показника до контролю (без передпосівної обробки мікродобривами) становило по сортах 2,8 і 2,9 %. За $НІР_{0,05} = 0,4$ % (Журавка) і 0,3 % (Факел) вірогідною була різниця між усіма варіантами застосування мікродобрив. Показник польової схожості у 2022 р. на контрольному варіанті був рівнозначним 91,7 % (Журавка) – 91,9 %

(Факел). Під впливом передпосівної обробки насіння мікродобривами зростав на 1,5–3,0 % у сорту Журавка і на 1,7–2,6 % у Факел.

У 2023 р. отримали також позитивні результати від передпосівної обробки насіння редьки олійної мікродобривами. На контролі середній показник по сортах становив 92,6 %, за застосування мікродобрива Оракул насіння в нормі 1 л/т зростав на 1,9 %. Мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) забезпечило найвищий приріст до контролю 3,0 %, дещо нижчий Вітазим – 2,3 %. За $НІР_{0,05} = 0,8$ вірогідну різницю спостерігали між ЯраВіта Брасітрел Про та Оракул насіння. Середній показник польової схожості, за три роки досліджень, на контролі становив 92,2 % і зростав під впливом застосування мікродобрив на 1,8–3,0 %. Вірогідної різниці за ефективністю застосування ЯраВіта Брасітрел Про і Вітазим не спостерігали, вона становила 0,2 %.

1. Польова схожість насіння сортів редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2021–2023 рр.), %

Передпосівна обробка насіння (фактор А)	Норма внесення мікродобрив, л/т	Сорт(фактор В)								Середнє	± до контролю
		Журавка				Факел					
		2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє		
Контроль (без добрив)	–	90,2	91,7	92,2	92,1	90,4	91,9	92,2	92,2	92,2	–
Оракул насіння	1,0	92,6	93,2	94,4	93,9	92,8	93,6	94,6	94,1	94,0	1,8
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	93,5	94,7	95,6	94,9	93,7	94,5	95,5	95,0	95,0	2,8
Вітазим	1,0	93,0	93,8	94,7	94,2	93,3	93,7	94,6	94,5	95,2	3,0

$НІР_{0,05}$

Примітка. $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16 (по сходах) + N_{20} (ВВСН 52–53) (фаза розетки-стеблуння).

Мікродобрива позитивно впливали на формування площі листової поверхні (табл. 2). Вірогідне її зростання порівняно з контролем (без мікродобрив) відмічено за застосування Оракул насіння в нормі 1,0 л/т – 2,3 тис. м²/га (6,1 %). Найбільшу площу листової поверхні забезпечило мікродобриво ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – 40,9 тис. м²/га і Вітазим (1,0 л/т) – 40,8 тис. м²/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу

рослин у фазу цвітіння редьки олійної зростала з застосуванням у передпосівній обробці насіння мікродобрив (табл. 3). На контролі, за фону мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{70} + N_{40}$ (ВВСН 14–16 (по сходах) + N_{20} (ВВСН 52–53) (фаза розетки-стеблуння) вона становила 2,60 г/м² за добу. За $НІР_{0,05} = 0,04–0,06$ мікродобриво Оракул насіння з нормою внесення 1,0 л/т забезпечувало вірогідне зростання до контролю – 0,07 г/м² за добу. Більші

прирости зафіксовано від застосування мікродобрив: Вітазим (1,0 л/т) і ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т), відповідно 0,21 і 0,23 г/м² за добу.

2. Площа листової поверхні сортів редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2021–2023 рр.), тис.м²/га

Передпосівна обробка насіння (фактор А)	Норма внесення мікродобрив, л/т	Рік (фактор В)			Середнє	± до контролю	
		2021	2022	2023		тис. м ² /га	%
Контроль (без мікродобрив)	-	35,3	37,6	39,6	37,5	-	
Оракул насіння	1,0	37,4	39,8	42,1	39,8	2,3	6,1
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	38,6	40,9	43,2	40,9	3,4	9,1
Вітазим	1,0	39,7	40,3	42,5	40,8	3,3	8,8
HP _{0,05}		1,0	1,1	1,5			

Примітка. N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (ВВСН 14–16 (по сходах) + N₂₀ (ВВСН 52–53) (фаза розетки-стеблування).

3. Чиста продуктивність фотосинтезу сортів редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2021–2023 рр.), г/м² за добу

Передпосівна обробка насіння (фактор А)	Норма внесення мікродобрив, л/т	Рік (фактор В)			Середнє	± до контролю	
		2021	2022	2023		г/м ² за добу	%
Контроль (без мікродобрив)	-	1,89	2,04	3,86	2,60	-	-
Оракул насіння	1,0	1,97	2,13	3,91	2,67	0,07	2,7
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	2,12	2,39	3,99	2,83	0,23	8,9
Вітазим	1,0	2,22	2,30	3,94	2,81	0,21	8,1
HP _{0,05}		0,06	0,05	0,04			

Примітка. N₃₀P₆₀K₇₀ + N₄₀ (ВВСН 14–16 (по сходах) + N₂₀ (ВВСН 52–53) (фаза розетки-стеблування).

Залежно від застосування мікродобрив у передпосівній обробці насіння морфологічні показники сортів редьки олійної зростали. Найвищі показники висоти рослин 123–125 см зафіксовано за варіанту застосування мікродобрива ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/га), кількість стебел на рослині варіювала від 7,8 до 8,1 шт., кількість стручків 236–246, шт., довжина стручка в обох сортів становила – 3,7 см, насінин в стручку – 6,0 шт., кількість насінин на рослині – 1416–1476 шт., маса насіння з рослини – 7,8–8,7 г, маса 1000 насінин – 5,5–5,9 г.

На фоні мінерального живлення рослин N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (по сходах) + N₂₀

(фаза розетки-стеблування) приріст урожайності від передпосівної обробки насіння сортів редьки олійної мікроелементами був вірогідним за усіх варіантів (табл. 4).

Мікродобриво Оракул насіння в нормі 1,0 л/т забезпечило середній показник урожайності 3,64 т/га, що вище контролю (без мікродобрив) на 0,21 т/га, ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т) – 3,74 т/га (+0,31 т/га), а Вітазим (1,0 л/т) – 3,65 т/га (+0,22 т/га). Порівняно з мікродобривом Оракул насіння ефективність Вітазиму була рівнозначною, а з ЯраВіта Брасітрел Про – вищою на 0,10 т/га.

4. Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на урожайність насіння сортів редьки олійної (*Raphanus sativum d. Var. Oleifera Metrg.*) залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами (2021–2023 рр.), т/га

Передпосівна обробка насіння (фактор А)	Норма внесення мікродобрив, л/т	Рік (фактор В)			Середнє	± до контролю	
		2021	2022	2023			
Контроль (без мікродобрив)	–	3,15	4,13	3,00	3,43	–	–
Оракул насіння	1,0	3,39	4,29	3,24	3,64	0,21	–
ЯраВіта Брасітрел Про	1,0	3,40	4,41	3,40	3,74	0,31	0,10
Вітазим	1,0	3,27	4,35	3,32	3,65	0,22	0,01
НІР _{0,05}		0,03	0,05	0,06			

Висновки. Мікроелементи у досліджуваних мікродобривах знаходились в доступній для рослин хелатній формі, які при надходженні в насінину активували дію ферментів, гідролізують, сприяли її життєздатності та підвищенню енергії проростання й інтенсивності розвитку. У результаті досягли більш дружніх сходів, які були стійкими до несприятливих умов навколишнього середовища. Під впливом наявних в мікродобривах гумінових речовин у рослин активізувалося коренеутворення, посилювалося надходження води й елементів живлення, що обумовило вищу на 2,6–3,8 % до контролю (без мікродобрив) польову схожість висіяного насіння.

Мікроелементи внесені у передпосівній обробці насіння редьки

олійної були необхідними для протікання багатьох фізіологічних процесів у рослин, зокрема відігравали важливу роль у процесах фотосинтезу. За їх розміщення площа листової поверхні зростала на 6,1–9,1 %, чиста продуктивність фотосинтезу – 2,7–8,9 %. Найбільш ефективним було застосування мікродобрива ЯраВіта Брасітрел Про (1,0 л/т).

На сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах Західного Лісостепу за фону мінерального живлення рослин N₃₀P₆₀K₇₀ + N₅₀ (по сходах) + N₂₀ (фаза розетки-стеблуння) та передпосівної обробки насіння мікродобривами урожайність редьки олійної становила 3,64–3,74 т/га, що вище до контролю (без мікродобрив) – на 0,21–0,31 т/га.

Список використаної літератури

1. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Козлова О. П. Вплив біофунгіцидів і стимуляторів росту на продуктивність соняшнику та якість олійної сировини. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 5–10.
2. Богдан М. М. Физиологическая роль микроудобрений и способов их внесения. *Saarbrücken, Deutschland* / Германия : LAP LAMBERT Academic publishing (электронное издание), 2012. 188 p.
3. Вплив регуляторів росту на продуктивність гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія : *Агрономія і біологія*. 2015. Вип. 9 (30). С. 173–175.
4. Коршевніук С. П. Урожайність сочевиці залежно від передпосівної обробки та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2022. Вип. 128. С. 94–106. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.13>.

References

1. Bazalii V. V., Domaratskyi Ye. O., Kozlova O. P. The influence of biofungicides and growth stimulants on sunflower productivity and the quality of oil raw materials. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2019. Issue 71. P. 5–10.
2. Bohdan M. M. Physiological role of microfertilizers and methods of their application. *Saarbrücken, Deutschland* / LAP LAMBERT Academic publishing, 2012. 188 p.
3. The influence of growth regulators on mustard productivity in the northeastern Forest-Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya : Ahronomiia i biolohiia*. 2015. Issue 9 (30). P. 173–175.
4. Korshevniuk S. P. Lentil yield depending on pre-sowing treatment and foliar feeding in the Forest-Steppe of the Right Bank. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya : Silskohospodarski nauky*. 2022. Issue 128. P. 94–106. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.13>.
5. Lemishko S. M., Chernykh S. A. The

5. Лемішко С. М., Черних С. А. Ефективність дії рістрегулюючих речовин і мікродобрив на процеси формування продуктивності соняшнику в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 94–98. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.12>.

6. Лихочвор А. М. Урожайність рижюю ярого і олійних культур в умовах західного Лісостепу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія*. 2017. Вип. 2. С. 117–120. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2017_2_25.

7. Максін В. І. Мікродобрива в рослинництві. *Агроном*. Травень, 2023. № 2 (80). URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-v-roslynnytstvi-vchora-sogodni-zavtra/> (дата звернення: 10.09.2023).

8. Марчук І. У., Розстальний В. М., Макаренко В. Є. Добрива та їх використання : довідник. Київ : Арістей, 2010. 254 с.

9. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : навчальний посібник / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2014. 448 с.

10. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних на відмінність, однорідність і стабільність / Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, Український інститут експертизи сортів рослин. [Чинний від 2020-10-27, № 2162-20]. С. 19–30.

11. Оптимізація системи живлення гірчиці сизої в умовах північно-східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. № 9 (36). С. 60–63.

12. Радченко М. В. Насіннєва продуктивність редьки олійної залежно від умов мінерального живлення. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 95. С. 28–32.

13. Сендецький В. М. Вплив комплексних регуляторів росту на врожайність соняшнику в умовах Лісостепу Західного. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 4. С. 100–108.

14. Сендецький В. М. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та формування врожайності рослин соняшнику. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 3 (45). С. 40–43.

15. Сендецький В. М. Економічна ефективність вирощування соняшнику за передпосівного оброблення насіння регуляторами росту. *Збірник Подільського державного аграрно-технічного університету «Подільський вісник»*. 2017. Вип. 27. С. 316–320.

16. Система удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку ХХ століття / За ред. С. А. Балука, М. М. Мірошніченка. Київ : ТОВ «Альфа-стевія ЛТД», 2016. 392 с.

17. Філон В. І. Мікродобрива : довідник. Харків, 2018. 242 с.

effectiveness of growth-regulating substances and microfertilizers on the processes of formation of sunflower productivity in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Ahrarni innovatsii*. 2023. No 17. P. 94–98. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.12>.

6. Lykhochvor A. M. Productivity of red spring and oilseed crops in the western Forest-Steppe. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia : Ahronomiia i biolohiia*. 2017. Issue 2. P. 117–120. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2017_2_25.

7. Maksin V. I. Microfertilizers in crop production. *Ahronom*. Traven, 2023. № 2 (80). URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-v-roslynnytstvi-vchora-sogodni-zavtra/> (last accessed: 10.09.2023).

8. Marchuk I. U., Rozstalnyi V. M., Makarenko V. Ye. Fertilizers and their use : a guide. Kyiv : Aristei, 2010. 254 p.

9. Methodology of field experience (Irrigated agriculture) : textbook / V. O. Ushkarenko et al. Kherson, 2014. 448 p.

10. Methodology for conducting examination of oilseed plant varieties for difference, uniformity and stability / Ministerstvo rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy, Ukrainyskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn. [Chynnyi vid 2020-10-27, No 2162-20]. P. 19–30.

11. Optimization of the nutritional system of blue mustard in the northeastern Forest-Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2018. No 9 (36). P. 60–63.

12. Radchenko M. V. Seed productivity of oilseed radish depending on mineral nutrition conditions. *Selektsiia i nasinnystvo*. 2008. Issue 95. P. 28–32.

13. Sendetskyi V. M. The influence of complex growth regulators on sunflower yields in the Western Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2017. Issue 4. P. 100–108.

14. Sendetskyi V. M. The influence of growth regulators on the growth, development and formation of yield of sunflower plants. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoekonomichnoho universytetu*. 2017. No 3 (45). P. 40–43.

15. Sendetskyi V. M. Economic efficiency of growing sunflower with pre-sowing seed treatment with growth regulators. *Zbirnyk Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu «Podilskyi visnyk»*. 2017. Issue 27. P. 316–320.

16. The system of fertilizing crops in agriculture at the beginning of the XX century / Za red. S. A. Baliuka, M. M. Miroshnychenka. Kyiv : TOV «Alfa-steviia LTD», 2016. 392 p.

17. Filon V. I. Microfertilizers : a guide. Kharkiv, 2018. 242 p.

18. Tsytsiura T. Oilseed radish as green manure. *Propozytsiia*. 2019. No 10. URL:

18. Цицюра Т. Редька олійна як сидерат. *Пропозиція*. 2019. № 10. URL: <https://propozitsiya.com/ua/redka-oliyna-yak-siderat> (дата звернення: 20.09.2023).
19. Цицюра Я. Г. Оцінка ефективності конструювання агрофітоценозів та удобрення редьки олійної на основі модульно-віталітетного методу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 54–78. DOI: 10.37128/2476626-2019-3-5.
20. Цицюра Я., Цицюра Т. Редька масличная. Стратегия использования и выращивания. Винница: Нилан ЛТД, 2015. 624 с.
21. Цицюра Я. Г. Роль мікроелементів у системі удобрення редьки олійної у Лісостепу Правобережному. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 54–67.
22. Цицюра Я. Г., Ковальчук Ю. О. Формування олійності насіння редьки олійної залежно від застосовуваних мікроелементів. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця : Вінницький національний аграрний університет, 2020. № 17. С. 74–84. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-2-7.
23. Що таке хелатні мікродобрива і як їх правильно застосовувати. Роль мікроелементів у житті рослин. URL: <https://www.systopt.com.ua/article-shho-take-helatni-mikrodobryva-i-yak-yih-pravylnozastosovuvaty> (дата звернення: 21.09.2023).
24. Юник А. В., Трифонов І. В. Рекомендації з унесення добрив на підставі практичного досвіду господарств. *Агрономія сьогодні*. 16 грудня 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19860-rekomendatsii-zunesennia-dobryv-na-pidstavi-praktychnoho-dosvidu-hospodarstv.html> (дата звернення: 20.09.2023).
25. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops / N. Telekalo et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. No. 9 (1). P. 169–175.
26. Dorofeev N. V., Bojarkin E. V., Peshkova A. A. Factors Defining Field Germination of Oilseed Radish Seeds. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2013. Vol. 9. No. 3. P. 159–168.
27. Gamajunova V. V., Kudrina V. S. Formation of Sunflower Productivity Under the Influence of Foliar Top Dressing by Modern Biopreparations in the Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Agrology*. 2020. Vol. 3 Issue 4. P. 225–231. DOI: 10.32819/020027.
28. Ieremenko O., Kalitka V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions of low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. 2016. Vol. 9. Issue 9. Ver. I (Sep.–Oct. 2016). P. 59–64. DOI: 10.9790/2380-0909015964.
29. Mick Assani Bin Lukangila, Response of Weeds and Crops to Fertilization Alone or in Combination with Herbicides : A Review. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*. 2016. Vol. 6. Issue 1. P. 1–7. DOI: 10.3923/ajpnft.2016.1.7.
- <https://propozitsiya.com/ua/redka-oliyna-yak-siderat> (last accessed: 20.09.2023).
19. Tsytsiura Ya. H. Evaluation of the effectiveness of constructing agrophytocenoses and fertilizing oilseed radish based on the modular-vitamin method. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2019. No 14. P. 54–78. DOI: 10.37128/2476626-2019-3-5.
20. Tsytsiura Ya., Tsytsiura T. Oilseed radish. Use and cultivation strategy. *Vynnytsia : Nylan LTD*, 2015. 624 p.
21. Tsytsiura Ya. H. The role of microelements in the oilseed radish fertilization system in the Right Bank Forest-Steppe. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2019. No 13. P. 54–67.
22. Tsytsiura Ya. H., Kovalchuk Yu. O. Formation of oil content of oilseed radish seeds depending on the microelements used. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. Vinnytsia : Vinnytskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, 2020. No 17. P. 74–84. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-2-7.
23. What are chelated microfertilizers and how to use them correctly. The role of microelements in plant life. URL: <https://www.systopt.com.ua/article-shho-take-helatni-mikrodobryva-i-yak-yih-pravylnozastosovuvaty> (last accessed: 21.09.2023).
24. Yunyk A. V., Tryfonov I. V. Recommendations for the removal of fertilizers based on the practical experience of farms. *Ahronomiia sohodni*. 16 hrudnia 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19860-rekomendatsii-zunesennia-dobryv-na-pidstavi-praktychnoho-dosvidu-hospodarstv.html> (last accessed: 20.09.2023).
25. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops / N. Telekalo et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. No 9 (1). P. 169–175.
26. Dorofeev N. V., Bojarkin E. V., Peshkova A. A. Factors Defining Field Germination of Oilseed Radish Seeds. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2013. Vol. 9. No 3. P. 159–168.
27. Gamajunova V. V., Kudrina V. S. Formation of Sunflower Productivity Under the Influence of Foliar Top Dressing by Modern Biopreparations in the Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Agrology*. 2020. Vol. 3 Issue 4. P. 225–231. DOI: 10.32819/020027.
28. Ieremenko O., Kalitka V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions of low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. 2016. Vol. 9. Issue 9. Ver. I (Sep.–Oct. 2016). P. 59–64. DOI: 10.9790/2380-0909015964.
29. Mick Assani Bin Lukangila, Response of Weeds and Crops to Fertilization Alone or in Combination with Herbicides : A Review. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*. 2016. Vol. 6. Issue 1. P. 1–7. DOI: 10.3923/ajpnft.2016.1.7.

with Herbicides : A Review. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*. 2016. Vol. 6. Issue 1. P. 1–7. DOI: 10.3923/ajpnft.2016.1.7.

30. Oilseed radish – valuable crop of a wide range use / H. S. Hereshko et al. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 8–17. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-1.

31. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine / V. Mazur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. No 10 (1). P. 101–105. DOI: 10.15421/2020_16.

30. Oilseed radish – valuable crop of a wide range use / H. S. Hereshko et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2021. Issue 70 (2). P. 8–17. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-1.

31. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine / V. Mazur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. No 10 (1). P. 101–105. DOI: 10.15421/2020_16.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-2

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.16:632.4

**ВПЛИВ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ
НА РОЗВИТОК БОРОШНИСТОЇ РОСИ
НА СОРТАХ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО
В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ****О. А. Ващишин, Г. Я. Біловус, О. Н. Пристацька, М. І. Воробель**

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

Про авторів:

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

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

Оксана ПРИСТАЦЬКА,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-7224-1917

Марія ВОРОБЕЛЬ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-4387-4173

Для листування:

Оксана ВАЩИШИН
e-mail:
kitoksanaantonivna@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

11 серпня 2023 р.
Погоджено до друку:
24 жовтня 2023 р.

В Україні ячмінь озимий є однією із найцінніших культур за обсягом використання продукції в народному господарстві, який має досить високу рентабельність. Актуальним завданням селекції в умовах сьогодення є створення сортів з комплексною стійкістю проти найбільш поширених хвороб у поєднанні з іншими адаптивними ознаками і властивостями. В умовах потепління клімату збільшилася частота розвитку хвороб, внаслідок чого значно зросло значення стійких сортів в інтегрованому захисті ячменю від хвороб. Борошниста роса, збудником якої гриб *Blumeria graminis f. sp. hordei*, є найбільш поширеною хворобою ячменю озимого в умовах Західного Лісостепу України. На прояв та розвиток борошнистої роси мали вплив метеорологічні умови, що супроводжували вегетаційний період ячменю озимого, а зокрема температура повітря 18,0–22,0 °С і відносна вологість повітря понад 70 %. Найбільш сприятливими для розвитку збудника хвороби були погодні умови червня – початку липня, що збігалися з фазою молочної стиглості зерна. У цій фазі розвиток борошнистої роси в 2021–2022 рр. відповідно становив 10,5–15,0 і 10,0–14,0 %. За період досліджень найменший розвиток хвороби відзначено в сорту Статус: у фазі виходу в трубку – 0,5–1,0 %, колосіння – 1,5–3,0 %, молочної стиглості – 10,0–10,5 %.

Ключові слова: ячмінь озимий, сорт, борошниста роса, розвиток хвороби, стійкість, абіотичні фактори.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Ващишин О. А., Біловус Г. Я., Пристацька О. Н., Воробель М. І., 2023

Influence of abiotic factors on the development of powdery mildew on winter barley cultivars in the Western Forest-Steppe of Ukraine

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

About authors:

Oksana VASHCHYSHYN
ORCID: 0000-0002-9271-1859

Halyna BILOVUS
ORCID: 0000-0001-7527-5832

Oksana PRYSTATSKA
ORCID: 0000-0002-7224-1917

Mariia VOROBEL
ORCID: 0000-0003-4387-4173

For corresponding:

Oksana VASHCHYSHYN
e-mail:
kitoksanaantonivna@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

August 11, 2023

Accepted:

October 24, 2023

In Ukraine, winter barley is one of the most valuable crops in terms of the volume of its use in the national economy, with a fairly high profitability. The current challenge of breeding is to create cultivars with comprehensive resistance to the most common diseases in combination with other adaptive traits and properties. In the context of climate warming, the frequency of disease development has increased, resulting in a significant increase in the importance of resistant cultivars in the integrated protection of barley against diseases. Powdery mildew, caused by the fungus *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, is the most common disease of winter barley in the Western Forest-Steppe of Ukraine. The manifestation and development of powdery mildew were influenced by the meteorological conditions that were accompanied by the growing season of winter barley, in particular, air temperature of 18.0–22.0 °C and relative humidity of more than 70 %. The weather conditions in June and early July were the most favourable for the development of the pathogen, it coincided with the phase of milky ripeness of the grain. In this phase, the development of powdery mildew in 2021–2022 was 10.5–15.0 and 10.0–14.0 %, respectively. During the period of research, the lowest development of the disease was noted in the cultivar Status: in the phase of tube emergence – 0.5–1.0 %, earing – 1.5–3.0 %, milk ripeness – 10.0–10.5 %.

Keywords: winter barley, cultivar, powdery mildew, disease development, resistance, abiotic factors.

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

Вступ. Ячмінь озимий є однією з важливих зернових сільськогосподарських культур продовольчого і фуражного значення, що користується значним попитом на аграрному ринку. В Україні він є однією з найпродуктивніших зернових культур, його висока потенційна врожайність визначена особливостями формування продуктивності.

Зерно ячменю озимого містить 12 % білка, понад 75 % вуглеводів, 2,1 % жиру. До складу білкового комплексу входить більше ніж 20 амінокислот, з яких 8 незамінні. В 1 кг зерна міститься 1,2 к. од. і 100 г перетравного протеїну [16, 27].

Потенційні можливості ячменю озимого можна реалізувати, використовуючи знання його біологічних особливостей і способів задоволення вимог рослини на різних етапах росту і розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що за сприятливих умов вирощування ячменю озимого середня врожайність зерна на виробництві досягає 50–55 ц/га, на дослідних станціях – 79–84 ц/га.

Завдяки розвитку аграрного виробництва в останні роки Україна вийшла на світовий ринок зернових як один з найпотужніших експортерів. На відміну від загальносвітових тенденцій зростання

виробництва ячменю, інтерес вітчизняного агробізнесу до його вирощування дещо знизився, про що свідчить динаміка скорочення посівних площ під цією зерновою культурою.

Так, у 2000–2010 рр. у середньому щороку врожайність ячменю озимого становила 9,51 млн т зерна на площі висіву 4,37 млн га, у 2020 р. – 7,64 млн т на площі 2,38 млн га.

За останні 4 роки частка посівів ячменю озимого в середньому становила 44 % загальної посівної площі під культурою, а валовий збір озимих сортів – 46 % загального її виробництва [18, 22, 25].

Ячмінь озимий має багато позитивних якостей. Його зерно дозріває на 10–14 діб раніше за зерно пшениці озимої, ячменю ярого та інших зернових культур. Ячмінь озимий добре переносить літню спеку, який у плані посухостійкості є лідером серед інших хлібних злаків.

Поряд з перевагами ячмінь озимий має суттєві хиби – досить низьку зимо- і морозостійкість, що стримує розширення площ цієї культури. Врожайність ячменю озимого залежить від ступеня перезимівлі рослин, оскільки за цією властивістю він поступається іншим озимим культурам [9–12, 21].

Для ячменю озимого характерною є слабка опірність проти випирання, що пов'язано зі слабкорозвиненою кореневою системою. Тому добір сортів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов з доброю зимостійкістю та стійкістю до хвороб набув ще більшого значення за зміни клімату [10, 12, 14, 28].

Збільшення питомої ваги зернових культур у сівозмінах ускладнило фітосанітарний стан посівів ячменю озимого. Набули поширення окремі види патогенів, які за сприятливих умов мають епіфітотійний розвиток. Хвороби ячменю озимого є одним із основних чинників, що дестабілізують його виробництво [4, 6, 9, 12, 28].

Найбільш поширеними хворобами ячменю озимого в умовах Західного

Лісостепу України є борошніста роса, ринхоспоріоз, сітчаста, смугаста і темно-бура плямистість, карликова іржа, кореневі гнилі. Згідно з літературними джерелами втрати від поширених збудників хвороб становлять від 6,0–15,0 до 50,0 % [1, 2, 6, 8, 17–19, 29, 30].

Збудник борошністої роси – гриб *Blumeria graminis f. sp. hordei*, інкубаційний період якого становить 3–11 діб.

Розвиток борошністої роси відбувається за температури від +3 до +31 °С (оптимальна температура +15...+20 °С) і відносної вологості повітря 60–100 %.

Борошніста роса проявляється на надземній частині рослин у вигляді білого павутинистого нальоту. Розвитку хвороби сприяють ранні строки сівби, загущені посіви, високі дози азотних добрив, відсутність стійких сортів, наявність падалиці та злакових бур'янів.

В агроценозі ячменю озимого постійно проходить зміна вірулентності патогенів. Ураження залежить не тільки від факторів стійкості рослин, але й від стану популяції патогена й умов середовища.

Частина сортів ячменю озимого, які використовують у зерновиробництві України, характеризуються нестабільністю за роками у зв'язку з низьким потенціалом врожайності, недостатньою посухостійкістю, сприйнятливістю до хвороб та схильністю до вилягання, а втрати врожаю зерна від несприятливих умов перезимівлі є ще суттєвішими [3, 4, 9, 24, 25].

Формування врожаю ячменю озимого та інших зернових культур пов'язане з комплексом абіотичних факторів, серед яких важливе місце займають природно-кліматичні умови.

Впровадження у виробництво сортів, які забезпечують високий і стабільний урожай у різних природно-кліматичних умовах, є найбільш ефективним і економічно виправданим напрямом [1–4, 6, 9, 21–23].

В інтегрованому захисті ячменю озимого зросло значення стійких сортів, що

зумовлено збільшенням частоти розвитку хвороб. Створення сортів з комплексною стійкістю проти найбільш поширених захворювань у поєднанні з іншими адаптивними ознаками і властивостями є одним з основних напрямів селекції [3, 5, 7, 14, 23].

Важливою характеристикою сорту є його здатність знижувати швидкість розвитку захворювання і стримувати розвиток епіфітотій. За допомогою стійких сортів можна значно поліпшити екологічну характеристику агроценозів, підвищити рентабельність виробництва рослинницької продукції [4, 6, 8, 10, 15, 16].

Створення стійких сортів ячменю озимого до хвороб неможливе без постійного моніторингу їх у технологічному процесі вирощування культури. Саме тому встановити вплив абіотичних факторів на прояв і розвиток борошнистої роси ячменю озимого має великий науковий інтерес і практичну цінність.

Матеріали і методи.

Експериментальну роботу виконано в лабораторії захисту рослин Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН згідно з методичними рекомендаціями [17, 18, 26–28].

Дослідження щодо вивчення прояву та розвитку борошнистої роси ячменю озимого проводили на перспективних сортах Достойний, Валькірія, Статус за загальноприйнятими методиками в фітопатології.

Достойний – озимий сорт-дворучка, який рекомендовано для Степу та Лісостепу. Національний стандарт.

Господарські та біологічні характеристики: сорт-дворучка з підвищеною адаптивністю до умов південних регіонів України; можливість висіву в лютневі вікна.

Сорт добре кущиться за пізніх сходів восени і ранньої весни; середня врожайність – 9,9 т/га, посухостійкий (7–8 балів), стійкий до вилягання

(7–8 балів); зимо-, морозостійкість – 7 балів.

Стійкість до борошнистої роси, чорної і кам'яної сажок досить висока – 7–8 балів, скоростиглий, дозріває на 5–7 діб раніше від сорту Основа.

Оригіна́тор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення.

Валькірія – це озимий сорт-дворучка, який використовують для високоінтенсивного виробництва. Рік реєстрації – 2018. Рекомендований для всіх зон України.

Господарські та біологічні характеристики: тип розвитку – альтернативний (дворучка); висота рослин – 80 см, посухостійкість – 8 балів, стійкість до осипання – 8 балів; середньоранній (252–256 діб), дозріває на 1–2 доби пізніше від сорту Достойний.

Імунний до сажкових захворювань, стійкість до гельмінтоспоріозу – 5 балів; вміст білка – 11,5 %. Різновидність – pallidum.

Оригіна́тор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення.

Статус – середньостиглий сорт, тривалість вегетації періоду якого становить 252–262 діб. Різновидність – pallidum.

Господарські та біологічні характеристики: зимостійкість (холодостійкість) – 8–9 балів, стійкість до посухи – 7–9 балів, до полягання – 8 балів, до осипання – 8–9 балів.

Стійкість до хвороб та окремих видів шкідників: іржі бурої – 8 балів, гельмінтоспоріозу – 7–9 балів, внутрішньостеблових шкідників – 8–9 балів.

Оригіна́тор – Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла. Рік реєстрації – 2019.

Обліки появи і розвитку борошнистої роси на перспективних сортах ячменю озимого Достойний, Валькірія, Статус

проводили згідно із загальноприйнятими методиками [20, 28].

Борошнисту росу (збудник – *Blumeria graminis f. sp. hordei*) обліковували за фактично зайнятою грибноцею або плямами на площі листків і стебел за 9-бальною шкалою:

- 9–8 – дуже висока і висока стійкість;
- 7–6 – стійкі;
- 5 – слабка сприйнятливість;
- 4–3 – сприйнятливість;
- 2 – висока сприйнятливість;
- 1 – дуже висока сприйнятливість.

Розвиток хвороб обчислювали за формулою:

$$P_x = \frac{\Sigma (a \times b) \times 100}{A \times K},$$

де P_x – розвиток хвороби, %;

a – кількість рослин з однаковими ознаками ураження;

b – відповідний цій ознаці бал ураження;

Σ – сума числових показників;

A – кількість рослин в обліку (здорових і хворих);

K – найвищий бал шкали.

Результати та обговорення.

Борошниста роса (збудник – *Blumeria graminis f. sp. hordei*) була однією з найпоширеніших хвороб ячменю озимого в період 2021–2022 рр.

Перші ознаки хвороби відзначено у фазі куціння за температури 14–17 °С та вологості повітря понад 70,0 %, масове ураження рослин – у фазі молочної стиглості.

Дослідження з вивчення ураження ячменю озимого борошнистою росою в умовах Західного Лісостепу засвідчили, що поява і розвиток хвороби значною мірою залежали від метеорологічних умов вегетаційного періоду та стійкості сортів.

Встановлено, що погодні умови впливали на розвиток борошнистої роси (табл.). За роки досліджень (2021–2022) вегетаційний період ячменю озимого супроводжувався метеорологічними показниками, які відрізнялися за температурним режимом та кількістю опадів.

Період сівби ячменю озимого (жовтень 2020 р.) виявився теплим та помірно вологим: температура повітря перевищувала середньобогаторічний показник на 3,1 °С, а кількість опадів – на 12,3 мм менша за норму (табл.).

У листопаді було тепло і сухо (температура повітря була на 1,8 °С вища за норму, а кількість опадів – на 30,8 мм менша від норми).

Холодним і вологим виявився грудень (температура повітря перевищувала норму на 0,3 °С, а кількість опадів – на 0,5 мм більша за норму (табл.).

Метеорологічні умови в період досліджень (2020–2022 рр.)

Місяці	Роки			
	2020	2021	2022	середньо-багаторічна
1	2	3	4	5
Температура, °С				
Січень	0,7	-1,3	-0,7	-4,6
Лютий	2,5	-2,1	1,8	-3,7
Березень	4,6	2,0	2,6	0,5
Квітень	8,9	6,2	6,5	7,4
Травень	10,8	13,0	13,9	12,9
Червень	18,4	18,8	19,7	16,3
Липень	18,9	21,9	19,5	17,5
Серпень	20,0	17,7	20,3	16,9

1	2	3	4	5
Вересень	15,3	13,3	12,2	13,1
Жовтень	11,1	8,4	10,9	8,0
Листопад	4,2	4,8	4,2	2,4
Грудень	1,1	-1,6	0,5	-1,8
Опади, мм				
Січень	28,4	47,9	52,3	40,0
Лютий	69,7	95,8	25,3	43,0
Березень	39,9	43,1	17,3	44,0
Квітень	7,6	39,9	82,0	51,0
Травень	125,3	55,4	24,3	85,0
Червень	98,4	97,3	31,3	93,0
Липень	71,9	94,2	85,8	102,0
Серпень	23,7	112,8	72,5	82,0
Вересень	95,5	73,2	12,2	55,0
Жовтень	44,3	8,0	10,9	57,0
Листопад	17,2	29,8	4,2	48,0
Грудень	48,5	87,7	0,5	48,0

Примітка: дані гідромеліоративного поста спостереження Оброшинської водно-балансної станції ІСГКР НААН.

Зимові місяці (січень – лютий) 2021 р. характеризувалися температурою повітря, вищою за норму відповідно на 3,9 і 1,6 °С, кількістю опадів – 7,9 і 52,8 мм більшою за норму.

Погодні умови весняних місяців були різними: температура повітря березня на 1,5 °С перевищувала норму, а кількість опадів – на 0,9 мм менша від норми (табл.).

Квітень характеризувався холодною та помірно вологою погодою (температура повітря – на 1,2 °С нижча за норму, а кількість опадів – на 11,1 мм менша від норми).

Слід відзначити, що температура повітря в квітні була нижчою від багаторічної протягом трьох декад, що несприятливо вплинуло на розвиток збудника борошнистої роси.

Температура повітря в травні на 0,1 °С перевищувала норму, а зокрема в першій декаді місяця вона була нижча за норму, в другій – на 1 °С вища від багаторічної, а в третій декаді місяця – на рівні багаторічної. Опадів у травні випало на 11,1 мм менше за норму.

Метеорологічні умови, якими супроводжувалися фази кушіння – вихід у трубку, несприятливо впливали на розвиток збудника *Blumeria graminis f. sp. hordei*.

У фазі виходу в трубку розвиток борошнистої роси на сортах становив 1,0–3,5 %, а зокрема на с. Валькірія – 3,0 %, Достойний – 3,5 %, Статус – 1,0 % (рис. 1).

У фазі колосіння розвиток борошнистої роси коливався в межах 3,0–5,0 %, найбільше ураження рослин хворобою спостерігали в с. Достойний (5,0 %).

Літні місяці вегетаційного періоду 2021 р. (червень і липень) характеризувалися теплою погодою: температура повітря перевищувала середньобагаторічну відповідно на 2,5 і 4,4 °С, проте опадів у червні випало на 4,3 мм більше за норму, а в липні – на 7,8 мм менше від норми. Сприятливі метеорологічні умови для розвитку збудника борошнистої роси спричинили масове ураження ячменю озимого у фазі молочної стиглості: с. Валькірія – 13,5 %, с. Достойний – 15,0 %, с. Статус – 10,5 %.

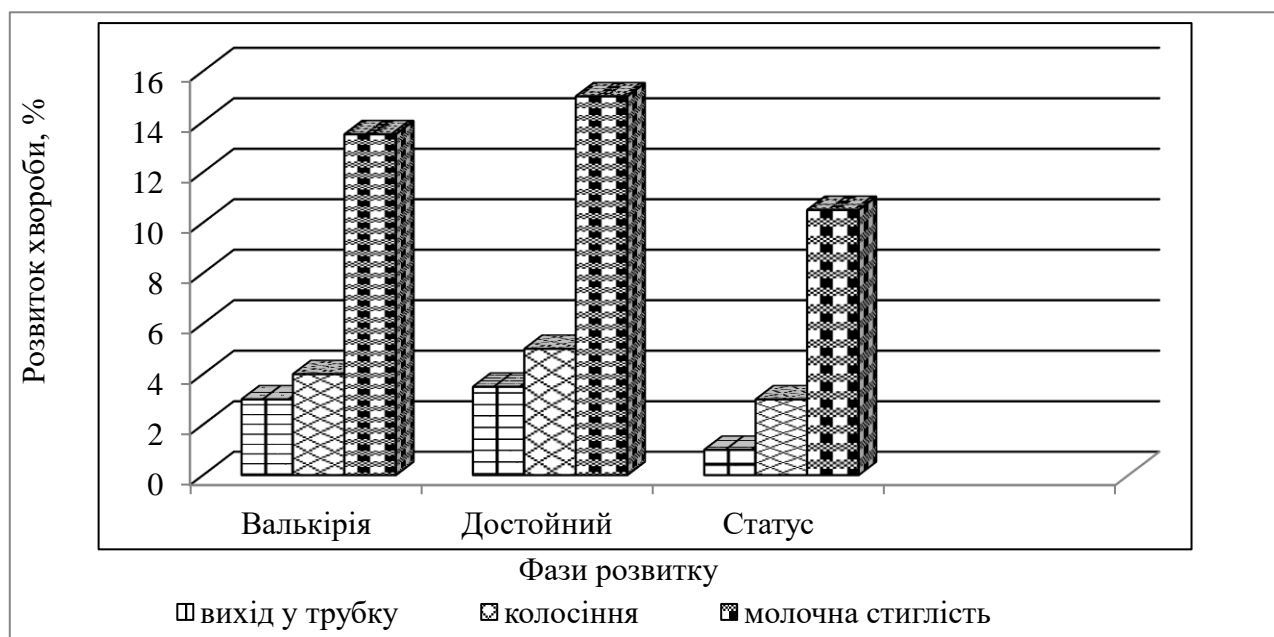


Рис. 1. Розвиток борошнистої роси на сортах ячменю озимого (2021 р.), %

Слід зазначити, що протягом вегетаційного періоду 2021 р. найменший розвиток борошнистої роси у фазах виходу в трубку, колосіння, молочної стиглості був на с. Статус – відповідно 1,0; 3,0; 10,5 %.

Початок вегетаційного періоду 2021–2022 рр. відзначався високим рівнем зволоження, у вересні випало 73,2 мм за норми 55,0 мм. У подальші осінні місяці відзначено недостатню кількість опадів, особливо у жовтні – 8,0 мм за норми 57,0 мм.

На ріст, розвиток та перезимівлю ячменю озимого позитивно вплинули погодні умови грудня – лютого, які характеризувалися помірно теплою для зими погодою та достатньою кількістю опадів.

У весняний період 2022 р. (березні – травні) відзначено недостатню кількість опадів. Квітень характеризувався холодною та вологою погодою (температура повітря була на 0,9 °С менша за норму, а кількість опадів – на 31,0 мм більша від норми).

Слід відзначити, що температура повітря була нижчою від багаторічної протягом трьох декад квітня (табл.).

Травень та червень характеризувався теплою та сухою погодою, температура повітря була відповідно на 0,1 і 3,4 °С вища за норму, кількість опадів – на 60,7 і 61,7 мм менша від норми (табл.).

Такі погодні умови мали несприятливий вплив на ураження рослин ячменю озимого борошнистою росю. Так, у фазі виходу в трубку розвиток хвороби на сортах становив 0,5–1,5 % (рис. 2).

У фазі колосіння розвиток борошнистої роси проходив повільно та коливався в межах 1,5–2,5 %, а зокрема на с. Валькірія – 2,0 %, с. Достойний – 2,5 %, с. Статус – 1,5 % (рис. 2).

Сприятливі умови для розвитку збудника хвороби склалися у фазі молочної стиглості: температура повітря становила 18,0–22,0 °С, відносна вологість перевищувала 70 %.

Розвиток борошнистої роси в цій фазі знаходився на рівні 10,0–14,0 %, а зокрема в с. Достойний – 14,0 %, с. Валькірія – 12,5 %, с. Статус – 10,0 % (рис. 2).

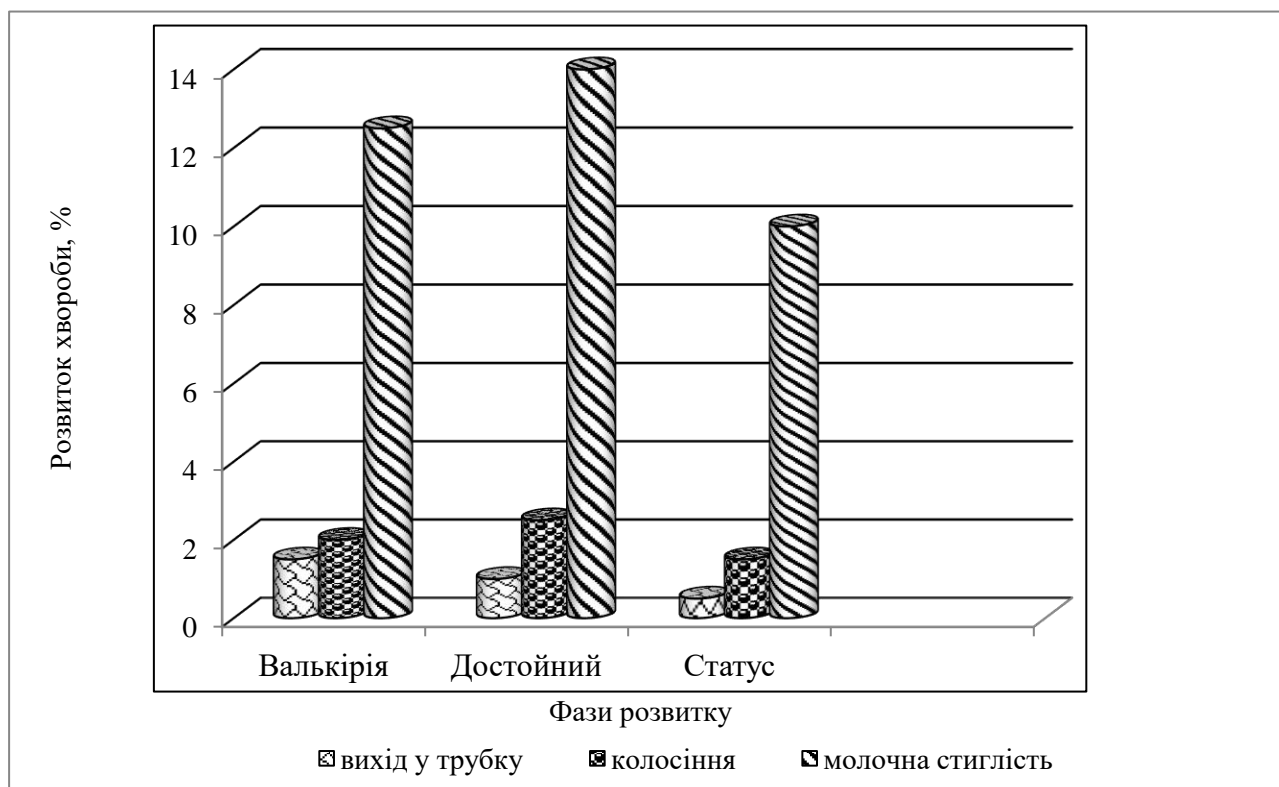


Рис. 2. Розвиток борошнистої роси на сортах ячменю озимого (2022 р.), %

Висновки. В умовах Західного Лісостепу України однією з найпоширеніших хвороб ячменю озимого в період 2021–2022 рр. була борошниста роса.

Встановлено, що на розвиток цієї хвороби істотний вплив мали метеорологічні умови вегетаційного періоду ячменю озимого, а зокрема температура повітря 18,0–22,0 °C і відносна вологість повітря понад 70 %.

Список використаної літератури

1. Біловус Г. Я., Марухняк А. Я. Екологічне сортовипробування ячменю озимого в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 38–51.
2. Біловус Г. Я. Оцінка сортозразків ячменю озимого за стійкістю до збудників листових хвороб та урожайністю. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 3 (828). С. 20–27.
3. Васильківський В. Я., Сабадин В. Я. Стійкість рослин ячменю ярого проти хвороб залежно від генотипу сорту. *Миронівський вісник*. 2015. Вип. 1. С. 156–169.
4. Гудзенко В. М., Васильківський С. П. Виведення сортів ячменю озимого, адаптованих до

Масовий розвиток борошнистої роси в фазі молочної стиглості залежно від сорту становив 10,0–15,0 %.

Відзначено, що ураження ячменю озимого збудником *Blumeria graminis f. sp. hordei* залежало від стійкості сортів. За період досліджень найнижчий розвиток борошнистої роси був у с. Статус, який у фазі молочної стиглості становив 10,0 % (2021 р.) і 10,5 % (2022 р.), що на 4,5 і 4,0 % менше порівняно з с. Достойний.

References

1. Bilovus H. Ya., Marukhniak A. Ya. Ecological varietal testing of winter barley in the conditions of the Western Forest Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2019. Issue 66. P. 38–51.
2. Bilovus H. Ya. Assessment of winter barley cultivars for resistance to foliar disease pathogens and productivity. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2022. No 3 (828). P. 20–27.
3. Vasytkivskiy V. Ya., Sabadyn V. Ya. Stychyst of spring barley plants against diseases depending on the genotype of the variety. *Myronivskiy visnyk*. 2015. Issue 1. P. 156–169.
4. Hudzenko V. M., Vasytkivskiy S. P. Breeding of winter barley varieties adapted to modern conditions of the Forest Steppe of Ukraine. *Zb. nauk. pr. Umansko*

сучасних умов Лісостепу України. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2017. Вип. 90, ч. 1. С. 63–70.

5. Гудзенко В. М., Васильківський В. Я. Основні напрями та завдання селекції ячменю озимого у Центральному Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2016. № 4. С. 2.

6. Гудзенко В. М. Оцінка селекційних ліній ячменю озимого за продуктивністю та адаптивністю в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 13–23.

7. Гудзенко В. М. Розширення генетичного різноманіття для селекції ячменю в умовах центральної частини Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 25–37.

8. Гудзенко В. М. Селекційна оцінка колекційних зразків ячменю озимого в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014. № 2. С. 29–33.

9. Гудзенко В. М. Урожайність та стабільність мironівських сортів ячменю озимого. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 55–77.

10. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Васильківський С. П. Вплив метеорологічних умов вегетаційного періоду на врожайність ячменю озимого в Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2016. № 4 (33). С. 39–44.

11. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Хоменко Л. О. Оптимізація підходів щодо оцінки морозостійкості селекційного матеріалу ячменю озимого. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 56–68.

12. Демидов О. А., Васильківський С. П., Гудзенко В. М. Рівень вияву та зв'язок урожайності, висоти рослин і стійкості до вилягання ячменю озимого у Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 30–34.

13. Землеробство ХХІ століття – проблеми та шляхи вирішення / В. Ф. Камінський та ін. Київ, 2015. 272 с.

14. Лінчевський А. А., Легкун І. Б. Нове ставлення до культури ячменю і селекція в умовах зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9 (810). С. 34–42.

15. Лінчевський А. А. Ячмінь в умовах зміни клімату. *Аграрний тиждень*. 2016. № 11. С. 48–51.

16. Лінчевський А. А. Ячмінь – джерело здорового способу життя сучасної людини. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 12. С. 14–21.

17. Марков І. Хвороби ячменю під час колосіння. *Агрономія сьогодні*. 2015. № 12. С. 42–44.

18. Нагірний В. В. Вплив строків сівби та мікродобрив на продуктивність сортів ячменю озимого в умовах Півдня України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2020. 20 с.

19. Нагірний В. В. Вплив строків сівби та мікродобрив на продуктивність сортів ячменю озимого в умовах Півдня України : дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук (доктора філософії) : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2020. 208 с.

NUS. 2017. Issue 90, part 1. P. 63–70.

5. Hudzenko V. M., Vasytkivskiy V. Ya. The main directions and tasks of winter barley selection in the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Novitni ahrotekhnologii*. 2016. No 4. P. 2.

6. Hudzenko V. M. Evaluation of breeding lines of winter barley in terms of productivity and adaptability in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2014. Issue 106. P. 13–23.

7. Hudzenko V. M. Expansion of genetic diversity for barley selection in the conditions of the central part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2015. Issue 107. P. 25–37.

8. Hudzenko V. M. Selection evaluation of collection samples of winter barley in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiia*. 2014. No 2. P. 29–33.

9. Hudzenko V. M. Yield and stability of Myroniv varieties of winter barley. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2018. Issue 113. P. 55–77.

10. Demydov O. A., Hudzenko V. M., Vasytkivskiy S. P. The influence of meteorological conditions of the growing season on the yield of winter barley in the Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2016. No 4 (33). P. 39–44.

11. Demydov O. A., Hudzenko V. M., Khomenko L. O. Optimization of approaches to the assessment of frost resistance of breeding material of winter barley. *Myronivskiy visnyk*. 2016. Issue 2. P. 56–68.

12. Demydov O. A., Vasytkivskiy S. P., Hudzenko V. M. The level of manifestation and the relationship between productivity, plant height and resistance to lodging of winter barley in the Forest Steppe of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No 10. P. 30–34.

13. Agriculture of the XXI st century – problems and solutions / V. F. Kaminskyi et al. Kyiv, 2015. 272 p.

14. Linchevskiy A. A., Lehkun I. B. A new attitude to barley culture and selection in the conditions of climate change. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. No 9 (810). P. 34–42.

15. Linchevskiy A. A. Barley in conditions of climate change. *Ahrarnyi tyzhden*. 2016. No 11. P. 48–51.

16. Linchevskiy A. A. Barley is the source of a healthy lifestyle for modern people. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No 12. P. 14–21.

17. Markov I. Diseases of barley during earing. *Ahronomiia sohodni*. 2015. No 12. P. 42–44.

18. Nahirnyi V. V. The influence of sowing dates and microfertilizers on the productivity of winter barley varieties in the conditions of Southern Ukraine : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk : spets. 06.01.09 «Roslynnystvo». Kherson, 2020. 20 p.

19. Nahirnyi V. V. The influence of sowing dates and microfertilizers on the productivity of winter barley varieties in the conditions of Southern Ukraine : dys. na

20. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : метод. посіб. / за ред. В. П. Омелюти. Київ, 1984. 294 с.
21. Особливості реалізації потенціалу продуктивності сортів ячменю озимого та ярого в Північному Степу України / А. Д. Гирка та ін. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 10. С. 110–114.
22. Петриченко В., Лихочвор В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. 5-те вид. Київ, 2020. 806 с.
23. Пріоритети в селекції ячменю (*Hordeum vulgare* L.) для сучасних умов виробництва зерна в Україні / А. А. Лінчевський та ін. *Збірник наукових праць СГП–НЦНС*. 2017. Вип. 30 (70). С. 23–39.
24. Резніченко Н. Д. Динаміка накопичення сирової маси та сухої речовини сортами ячменю озимого за різних умов вирощування. *Зрошуване землеробство : міжвид. темат. наук. зб.* 2019. Вип. 72. С. 113–117.
25. Резніченко Н. Д. Збережемо потенціал ячменю озимого. *Аграрний тиждень*. 2017. № 12 (325). С. 49–50.
26. Рекомендації з догляду за озимими колосовими та сівба ярих зернових в господарствах Львівської області під урожай 2021 р. / Стасів О. Ф. та ін. Львів-Оброшине, 2021. 72 с.
27. Рекомендації з особливостей технології вирощування озимих зернових під урожай 2022 року (осінній комплекс робіт) / Стасів О. Ф. та ін. Львів-Оброшине, 2021. 40 с.
28. Системний аналіз в селекції польових культур : навч. посіб. / П. П. Літун та ін. Харків, 2009. 354 с.
29. Хвороби озимого ячменю в осінній період / М. М. Кирик та ін. *Пропозиція*. 2015. Вип. 10. С. 92–96.
30. Vasylykivskiy S., Gudzenko V. Winter barley selection in steady grain production provision in the Central Forest-steppe of Ukraine. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 25–33.
- zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk (doktora filosofii) : spets. 06.01.09 «Roslynyystvo». Kherson, 2020. 208 p.
20. Accounting for pests and diseases of agricultural crops : metod. posib. / za red. V. P. Omeliuty. Kyiv, 1984. 294 p.
21. Peculiarities of realizing the productivity potential of winter and spring barley varieties in the Northern Steppe of Ukraine / A. D. Hyrka et al. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2016. No 10. P. 110–114.
22. Petrychenko V., Lykhochvor V. Plant growing. New technologies for growing field crops. 5-te vyd. Kyiv, 2020. 806 p.
23. Priorities in the selection of barley (*Hordeum vulgare* L.) for modern conditions of grain production in Ukraine / A. A. Linchevskiy et al. *Zbirnyk naukovykh prats SHI–NTsNS*. 2017. Issue 30 (70). P. 23–39.
24. Reznichenko N. D. Dynamics of accumulation of raw mass and dry matter of winter barley varieties under different growing conditions *Zroshuvane zemlerobstvo : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2019. Issue 72. P. 113–117.
25. Reznichenko N. D. We will preserve the potential of winter barley. *Ahrarnyi tyzhden*. 2017. No 12 (325). P. 49–50.
26. Recommendations for the care of winter ears of corn and sowing of spring cereals in the farms of the Lviv region for the 2021 harvest / Stasiv O. F. et al. Lviv-Obroshyne, 2021. 72 p.
27. Recommendations on the peculiarities of the technology of growing winter cereals for the 2022 harvest (autumn complex of works) / Stasiv O. F. et al. Lviv-Obroshyne, 2021. 40 p.
28. Systematic analysis in the selection of field crops : navch. posib. / P. P. Litun et al. Kharkiv, 2009. 354 p.
29. Diseases of winter barley in autumn / M. M. Kyryk et al. *Propozytsiia*. 2015. Issue 10. P. 92–96.
30. Vasylykivskiy S., Gudzenko V. Winter barley selection in steady grain production provision in the Central Forest-steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiia*. 2017. No 1. P. 25–33.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-3

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.111.1«324»:631.524

**ВПЛИВ УМОВ РОКУ, СТРОКУ СІВБИ ТА ПОПЕРЕДНИКА
НА ФОРМУВАННЯ СИЛИ БОРОШНА ГЕНОТИПІВ
TRITICUM AESTIVUM L.****О. А. Демидов, І. В. Правдзіва, Н. В. Василенко**

Миронівський інститут пшениці
імені В. М. Ремесла НААН
України
вул. Центральна, 68,
с. Центральне Обухівський р-н,
Київська обл., 08853

Про авторів:

Олександр ДЕМИДОВ,
доктор сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-5715-2908

Ірина ПРАВДЗИВА,
доктор філософії
ORCID: 0000-0002-0808-1584

Надія ВАСИЛЕНКО,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-4326-6613

Для листування:

Ірина ПРАВДЗИВА
e-mail: irinapravdziva@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
23 серпня 2023 р.
Погоджено до друку:
24 жовтня 2023 р.

В результаті експериментальних досліджень було виявлено особливості формування сили борошна сортів та селекційних ліній *Triticum aestivum* L. залежно від гідротермічних умов року, строку сівби та попередника. Оцінювали 14 сортів та три селекційні лінії пшениці м'якої озимої, які висівали впродовж трьох років за трьох строків сівби після п'яти попередників в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України.

Виявлено роки з найбільшим та найменшим варіюванням сили борошна. У середньому за строками сівби, попередниками, сортами та селекційними лініями найвище (375 о. а.) значення даного показника отримано у 2016–2017 рр., найнижче (202 о. а.) – у 2018–2019 рр. Встановлено визначальний (41,3 %) вплив умов року на силу борошна пшениці м'якої озимої та суттєвий (21,3 %) генотипу. Істотного впливу строку сівби та попередника на формування даного показника не виявлено.

Виокремлено найбільш стабільні генотипи щодо впливу строку сівби після різних попередників. Виділено сорти Балада миронівська, Вежа миронівська, Естафета миронівська, МП Ассоль, МП Валенсія, МП Вишиванка, МП Княжна, МП Лада та селекційні лінії Л. 37519, Л. 55198, які вірогідно переважали стандарт Подолянка за силою борошна.

Отже, вказані сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої доцільно використовувати в селекційному процесі як джерела для поліпшення якості зерна. Виявлені особливості формування сили борошна пшениці м'якої озимої залежно від попередника, строку сівби у роки дослідження варто враховувати при розробленні базових елементів технології вирощування сортів.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сила борошна, гідротермічний режим, антропогенні чинники, варіабельність, ANOVA.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Демидов О. А., Правдзіва І. В., Василенко Н. В., 2023

The influence of growing season conditions, sowing date, and preceding crop on the flour strength formation in *Triticum aestivum* L. genotypes

The V. M. Remeslo Myronivka
Institute of Wheat of NAAS of
Ukraine
Tsentralna street, 68,
Tsentralne village, Obukhiv district,
Kyiv region, 08853

About authors:

Oleksandr DEMYDOV
ORCID: 0000-0002-5715-2908

Iryna PRAVDZIVA
ORCID: 0000-0002-0808-1584

Nadiia VASYLENKO
ORCID: 0000-0002-4326-6613

For corresponding:

Iryna PRAVDZIVA
e-mail: irinaprawdzyva@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

August 23, 2023

Accepted:

October 24, 2023

As a result of experimental studies, the peculiarities of the formation of flour strength of *Triticum aestivum* L. varieties and breeding lines depending on the hydrothermal conditions of the year, the sowing date, and the preceding crop were revealed. There were evaluated 14 varieties and three breeding lines of winter bread wheat, which were sown during three years for three sowing dates after five preceding crops under conditions of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine.

The years with the most and the least variation in flour strength were identified. On average, according to sowing dates, preceding crops, varieties and breeding lines, the highest (375 a. un.) value of this indicator was obtained in 2016–2017, the lowest one (202 a. un.) was obtained in 2018–2019. The determining influence of growing season conditions (41.3 %) and significant influence of genotype (21.3 %) on the flour strength of winter bread wheat was revealed. No significant influence of sowing date and preceding crop on the formation of this indicator was found.

The most stable genotypes were singled out in terms of the influence of the sowing date after various preceding crops. The varieties Balada myronivska, Vezha myronivska, Estafeta myronivska, MIP Assol, MIP Valensiia, MIP Vyshyvanka, MIP Kniazhna, MIP Lada and breeding lines L. 37519, L. 55198 were identified, which reliably exceeded the Podolianka standard in terms of flour strength.

Therefore, the mentioned varieties and breeding lines of winter bread wheat should be used in the breeding process as sources for improving grain quality. The revealed peculiarities of the flour strength formation in winter bread wheat genotypes depending on preceding crops, sowing dates in the years of the study should be taken into account when developing the basic elements of cropping practices for the varieties.

Keywords: winter bread wheat, flour strength, hydrothermal regime, anthropogenic factors, variability, ANOVA.

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

Вступ. Пшениця (*Triticum aestivum* L.) – основне джерело білка та калорій, тому є одним з головних харчових продуктів для 35 % світового населення [11, 24], із середнім споживанням пшениці 68 кг/рік на одну людину [30]. На сьогодні проблема поліпшення якості зерна досить актуальна і наразі є завданням державного рівня [31]. Якість зерна пшениці визначається сукупністю її властивостей, які задовольняють конкретні потреби споживачів [23].

Triticum aestivum L. оцінюють за хлібопекарськими та борошномельними (технологічними) властивостями [1]. Для

характеристики хлібопекарських властивостей борошна як правило використовують прямі методи, які є найбільш ефективними та розкривають важливі технологічні параметри пшеничного борошна [26].

Одним з основних показників хлібопекарської якості пшениці м'якої є сила борошна (W). Даний показник характеризує фізичні властивості тіста [13]. Сила борошна вимірюється в одиницях альвеографа (о. а.) на приладі Alveograph Chopin. Діапазон варіювання W становить від 50 до 60 (о. а.) [25]. Значення даного показника використовують для розподілу

генотипів на групи. Якщо $W < 200$ о. а. таке борошно називають слабким, воно характеризується низькою пружністю, газоутримувальною та водопоглинальною здатностями. Отримане з такого борошна тісто сильно розріджується, а вироби з нього не тримають форму, розпливаються. Зразки із силою борошна більше як 250 о. а. мають вищий вміст клейковини та вищу водопоглинальну здатність, таке борошно називають сильним. Тісто з нього не розпливається, зберігає форму, а хлібобулочні вироби мають хорошу пористість. Проте тісто, яке виготовлене із дуже сильного борошна ($W > 400$ о. а.), характеризується надмірно високою пружністю та дуже низькою еластичністю. Вироби з дуже сильного борошна вирізняються невеликим об'ємом з тугим м'якушем. Таке борошно використовують переважно для поліпшення хлібопекарських властивостей та підвищення якості слабого борошна. Найбільш придатним для випікання хлібобулочних виробів є борошно з середньою силою ($200 < W < 250$ о. а.). Тісто виготовлене з такого борошна вирізняється середньою розтяжністю та достатньою пружністю, а отримані вироби виділяються більшим об'ємом з відмінною пористістю м'якуша і золотистою скоринкою [4]. Зазвичай, борошно з вищими значеннями W використовують для листових, дріжджових і заварних виробів, а з нижчими значеннями – для бісквітних [22]. Сила борошна залежить як від вмісту і якості клейковини, так і від водопоглинальної здатності борошна [8].

Показники якості зерна пшениці – одна з важливих селекційних ознак, що визначається особливостями сорту, ґрунтово-кліматичними умовами та технологією вирощування [9, 32]. Було проведено низку наукових робіт зі встановлення зв'язку між кліматичними умовами та якістю зерна [2, 18]. Негативний зв'язок показників якості зерна з погодними умовами вегетаційного періоду можна зменшити шляхом застосування агротехнічних заходів [16,

17]. Одним з важливих агротехнічних засобів щодо підвищення якості зерна пшениці є дотримання сівозміни з урахуванням біологічних особливостей генотипів. [3]. Своєю чергою, залежно від гідротермічних умов року та попередньої культури суттєво варіюють і строки сівби [12]. Низка дослідників прослідковували мінливість реологічних властивостей тіста пшениці, зокрема і сили борошна, за строками сівби після деяких попередників [20, 27]. Важливою інформацією для виробників є виявлення оптимальних строків сівби та попередників для кожного сорту, а також ідентифікація генотипів з відносно стабільним рівнем прояву фізичних властивостей тіста за різних строків сівби після різних попередників [33, 10].

Мета досліджень – встановити особливості формування сили борошна сортів та селекційних ліній *Triticum aestivum* L. залежно від гідротермічних умов року, попередника та строку сівби в центральній частині Лісостепу України.

Матеріали і методи. Впродовж 2016/17–2018/19 рр. досліджували 14 сортів (Подольнка (стандарт), МП Валенсія, МП Вишиванка, МП Княжна, Трудівниця миронівська, Балада миронівська, Вежа миронівська, Грація миронівська, Естафета миронівська, МП Ассоль, МП Дніпрянка, МП Лада, МП Фортуна, МП Ювілейна) та три селекційні лінії (Еритроспермум (Ер.) 55023, Лютесценс (Л.) 37519, Л. 55198) пшениці м'якої озимої. Дані генотипи висівали після п'яти попередників (сидеральний пар, гірчиця, соя, соняшник, кукурудза) у три строки (І строк – III декада вересня, II строк – I декада жовтня, III строк – II декада жовтня) на полях Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України.

Ґрунтові умови років проведення досліджень охарактеризовані нами в попередньому повідомленні даного збірника [5]. Агротехніка вирощування загальноприйнята для зони Лісостепу [7].

Сівбу пшениці проводили селекційною сівалкою СН-10 Ц. Норма висіву 5 млн схожих насінин на 1 га. Розміщення ділянок було за рендомізованою схемою в чотириразовій повторності. Облікова площа ділянок становила 10 м². Урожай збирали прямим комбайнуванням («Sampro-130»).

Силу борошна (W) сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої визначали з кожного повторення використовуючи прилад Alveograph Chopin (Франція) згідно з загальноприйнятою методикою [6].

Обробку експериментальних даних проводили за методами описової статистики, дисперсійного аналізу (ANOVA).

Результати та обговорення. У результаті досліджень виявлено значне варіювання коефіцієнтів суттєвості відхилень (Kc) за місяцями як температури повітря (-1,03...2,51), так і кількості опадів (-1,32...3,21) (табл. 1). Такі отримані дані вказують на суттєві зміни температурного режиму та кількості опадів впродовж вегетації пшениці озимої до середньобіагаторічного показника (СБП). Виокремлено умови, які наближалися до рідкісних (Kc>2): за кількістю опадів – березень і грудень 2017/18 р.; за температурою повітря – квітень 2017/18 р. та червень 2018/19 р. Виділено умови, які сильно відрізнялися від СБП (Kc = 1–2): за

кількістю опадів – жовтень 2016/17, 2017/18 рр., грудень 2018/19 р., січень 2017/18 р., березень, травень і червень 2016/17 р.; за температурою повітря – жовтень 2016/17, 2018/19 рр., грудень 2017/18 р., лютий 2018/19 р., березень 2016/17, 2018/19 рр., травень 2017/18, 2018/19 рр., червень 2016/17, 2017/18 рр. Умови передпосівного періоду також сильно відрізнялися від СБП як за кількістю опадів (у серпні 2017/18 і 2018/19 рр.; у вересні 2016/17 р.), так і за температурою повітря (у серпні 2016/17, 2017/18 і 2018/19 рр.; у вересні 2017/18 і 2018/19 рр.). Отже, гідротермічні умови центральної частини Лісостепу України впродовж значної кількості проаналізованих місяців суттєво різнилися від багаторічних даних. Однак, умови років дослідження більшої кількості місяців були близькі до звичайних як за кількістю опадів, так і за температурою повітря.

У результаті проведеного аналізу гідротермічних умов вегетаційних років досліджень виявлено значні зміни за кількістю опадів і температурою повітря в центральній частині Лісостепу України. Впродовж вегетації пшениці озимої відзначено тенденцію підвищення середньодобової температури повітря. Визначено, що періоди передпосівний та формування наливу зерна супроводжувалися недостатньою кількістю опадів.

1. Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячної температури повітря та суми опадів від СБП, у роки дослідження

Місяць	Веgetаційний рік					
	2016/17 р.	2017/18 р.	2018/19 р.	2016/17 р.	2017/18 р.	2018/19 р.
	Температури повітря			Суми опадів		
1	2	3	4	5	6	7
VIII	1,04	1,89	1,63	-0,61	-1,06	-1,19
IX	0,81	1,62	1,43	-1,11	-0,86	0,90
X	-1,03	0,27	1,65	1,49	1,46	-0,31
XI	-0,27	0,43	-0,73	0,21	0,62	-0,94
XII	0,18	1,63	0,18	-0,48	3,21	1,32
I	-0,19	0,46	-0,11	-0,23	1,26	0,19
II	0,30	0,03	1,09	0,11	0,34	-0,28

1	2	3	4	5	6	7
III	1,56	-0,98	1,11	-1,01	2,70	-0,32
IV	0,65	2,11	0,65	0,08	-0,84	-0,76
V	0,05	1,63	1,10	-1,00	-0,64	-0,04
VI	1,26	1,02	2,51	-1,32	0,40	0,18
VII	0,41	0,53	-0,35	0,59	0,00	-0,74

Впродовж трьох років досліджень спостерігали значну мінливість сили борошна (рис. 1), що свідчить про взаємодію генотип \times середовище. Найбільшу варіабельність даного показника сортів та селекційних ліній пшениці озимої отримали у 2016/17 р., у цьому ж році виявлено найвище середнє значення сили борошна (375 о. а.). Найменшу мінливість сили борошна та найнижче середнє значення (205 о. а.) цього показника відзначено у 2018/19 р.

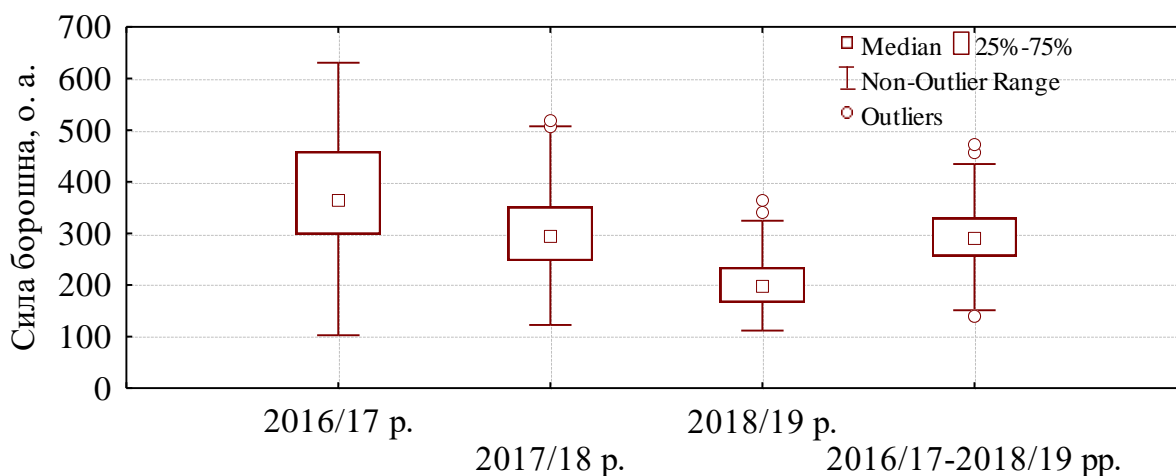


Рис. 1. Варіювання сили борошна пшениці м'якої озимої залежно від умов року

У середньому за сортами та селекційними лініями пшениці м'якої озимої найвищу силу борошна (табл. 2) отримали за I строку сівби після гірчиці (307 о. а.) та за III строку сівби після

попередників соняшник (307 о. а.) і соя (308 о. а.). Найменше (277 о. а.) значення цього показника виявлено за I строку сівби після кукурудзи.

2. Мінливість сили борошна залежно від строків сівби та попередників, середнє за 2016/17–2018/19 рр.

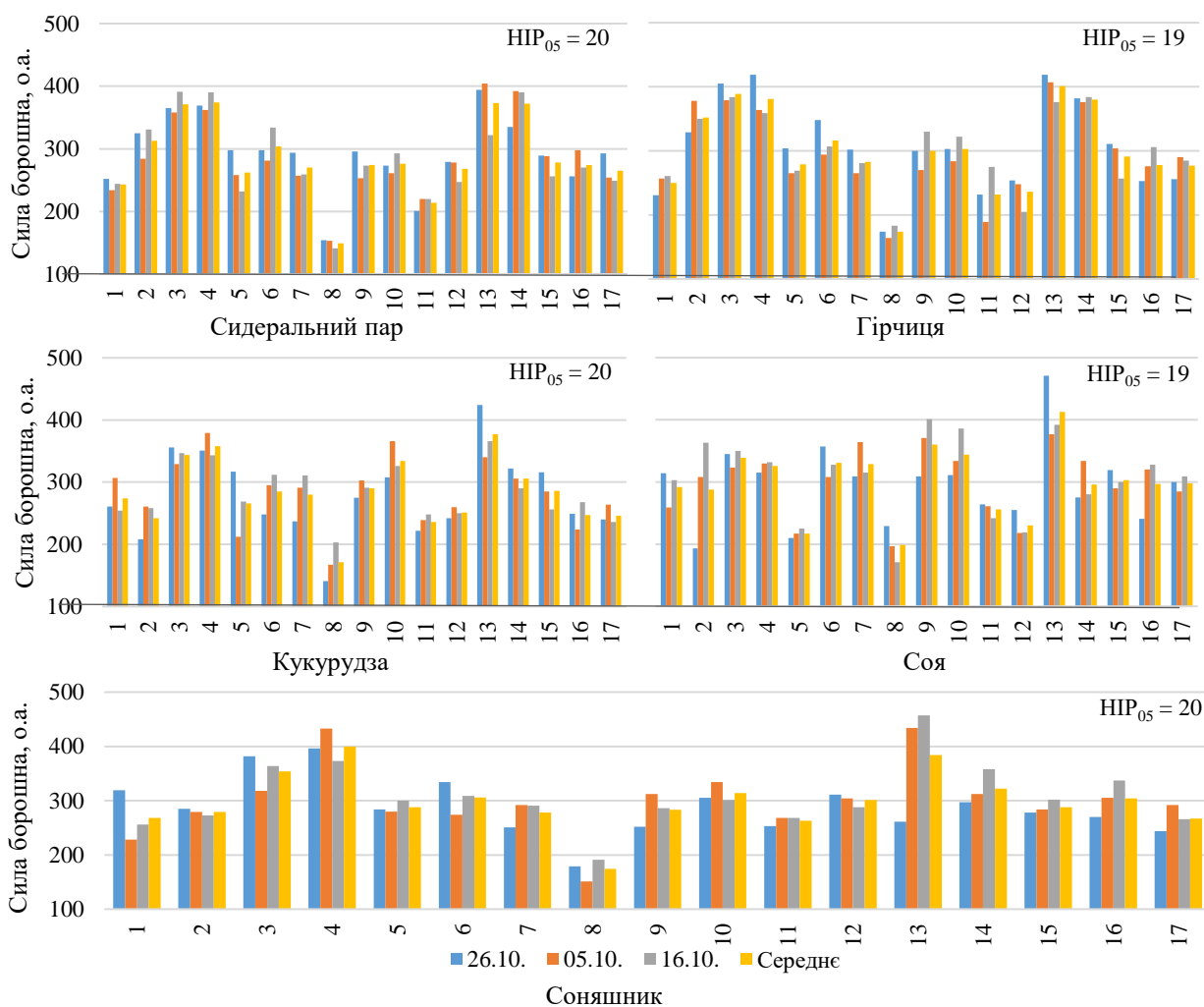
Попередник	Строк сівби			
	I	II	III	Середнє
Сидеральний пар	292	284	285	287
Гірчиця	307	295	302	301
Соняшник	288	300	307	298
Кукурудза	277	284	284	282
Соя	295	300	308	301

У середньому за три роки досліджень за I строку сівби (рис. 2), порівняно з двома іншими строками, виділено сорти та селекційні лінії з істотно вищою силою борошна після сидерального пару –

Трудівниця миронівська, Вежа миронівська, Естафета миронівська, МП Ювілейна; після гірчиці – МП Вишиванка, МП Княжна, Трудівниця миронівська, Балада миронівська, Вежа миронівська;

після соняшнику – Подолянка, Балада миронівська; після кукурудзи – Трудівниця миронівська, Л. 37519, МП Лада; та після сої – Балада миронівська, Грація миронівська, Ер. 55023, Л. 37519. Відмічено генотипи із суттєво вищої значення сили борошна за II строку сівби: МП Фортуна після сидерального пару; МП Валенсія після гірчиці; МП Княжна, Естафета миронівська, після соняшнику; Подолянка, МП Княжна, МП Ассоль, МП Ювілейна після кукурудзи; Вежа

миронівська, Л. 55198 після сої. Виокремлено сорти та селекційні лінії із вищою силою борошна за III строку сівби після сидерального пару – МП Вишиванка, МП Княжна, Балада миронівська, МП Ассоль; після гірчиці – Естафета миронівська, МП Дніпрянка, МП Фортуна; після соняшнику – МП Фортуна, Л. 37519, Л. 55198; після кукурудзи – Вежа миронівська, Грація миронівська; після сої – МП Валенсія, Естафета миронівська, МП Ассоль.



Примітка: 1 – Подолянка, 2 – МП Валенсія, 3 – МП Вишиванка, 4 – МП Княжна, 5 – Трудівниця миронівська, 6 – Балада миронівська, 7 – Вежа миронівська, 8 – Грація миронівська, 9 – Естафета миронівська, 10 – МП Ассоль, 11 – МП Дніпрянка, 12 – Ер. 55023, 13 – Л. 37519, 14 – Л. 55198, 15 – МП Лада, 16 – МП Фортуна, 17 – МП Ювілейна.

Рис. 2. Диференціювання генотипів пшениці озимої за силою борошна залежно від строків сівби після відповідних попередників, середнє за 2016/17–2018/19 рр.

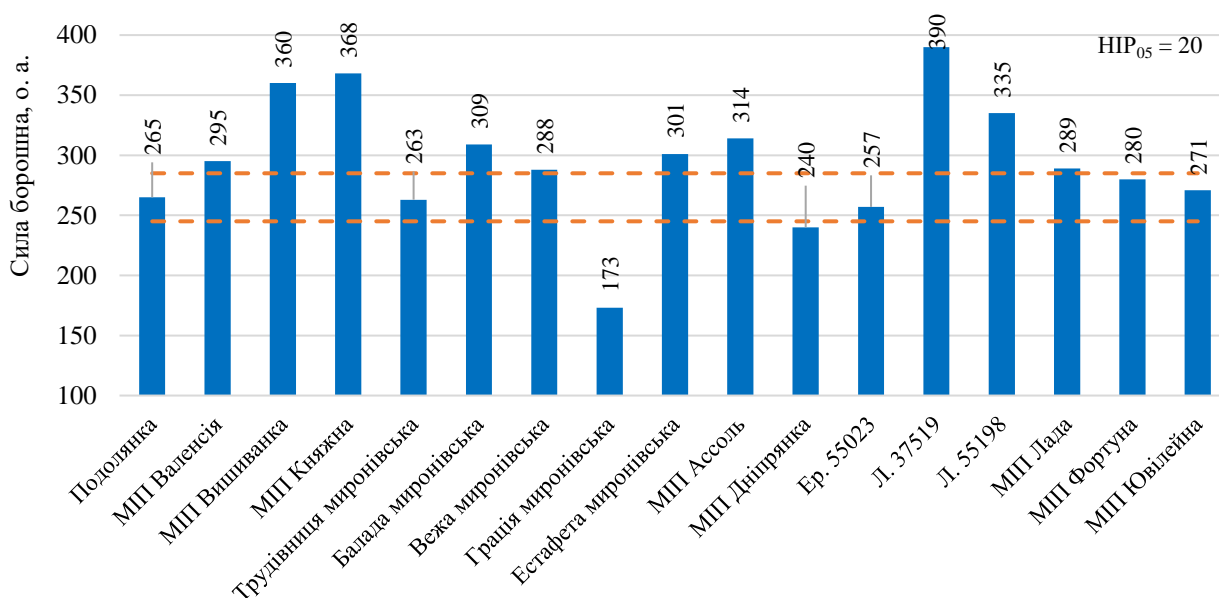
У середньому за три роки випробувань було виділено генотипи пшениці м'якої озимої, які перевищували

стандарт Подолянка, формуючи максимальну силу борошна після більшості попередників за I строку сівби – МП

Вишиванка, МП Лада, Трудівниця миронівська, Балада миронівська та селекційна лінія Л. 37519; за II строку сівби – МП Ювілейна; за III строку сівби – МП Ассоль і МП Фортуна.

Виокремлено сорти та селекційні лінії, які вірогідно переважали стандарт Подолянка за силою борошна (288–390 о. а.) у середньому за всіма варіантами дослідів (рис. 3) – Балада миронівська, МП Валенсія, МП Ассоль, МП Вишиванка, МП Княжна, Вежа миронівська, Естафета миронівська, МП Лада, Л. 37519, Л. 55198. Отже, вказані сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої можна використовувати в селекційному процесі як джерела для поліпшення якості зерна.

Оцінюючи стабільність генотипів пшениці озимої залежно від впливу різних чинників використовували коефіцієнт варіації (CV) [14, 15]. Цей показник вказує на величину відхилення відносно середнього значення. За трирічного дослідження було виявлено відмінності величини коефіцієнта варіації сили борошна у сортів та селекційних ліній за різних строків сівби після різних попередників (табл. 3). Встановлено великий ($21 \leq CV \leq 50$ %) коефіцієнт варіації показника сили борошна для селекційної лінії Л. 37519 після соняшнику та сорту МП Валенсія після сої.



Примітка. Пунктирна лінія – довірчий інтервал відмінностей від стандарту ($p \leq 5$ %).

Рис. 3. Сила борошна сортів і селекційних ліній пшениці озимої, середнє за попередниками, строками сівби та роками дослідження.

Слабкою ($CV \leq 5$ %) варіабельністю сили борошна за строками сівби після сидерального пару характеризувалися Подолянка, МП Вишиванка, МП Княжна, Грація миронівська, МП Дніпрянка; після гірчиці – МП Вишиванка, Л. 55198; після соняшнику – МП Валенсія, Трудівниця миронівська, МП Дніпрянка, Ер. 55023, МП Лада; після кукурудзи – МП

Вишиванка, МП Княжна, Естафета миронівська, Ер. 55023, Л. 55198; після сої – МП Вишиванка, МП Княжна, Трудівниця миронівська, МП Дніпрянка, МП Лада, МП Ювілейна. В інших варіантах варіювання цього показника сортів і селекційних ліній пшениці було помірно та значне.

3. Коефіцієнт варіації (%) сили борошна генотипів пшениці озимої залежно від строків сівби після відповідних попередників, середнє за 2016/17–2018/19 рр.

Сорт, селекційна лінія	Попередник				
	Сидеральний пар	Гірчиця	Соняшник	Кукурудза	Соя
Подолянка	3,7	6,5	17,4	10,6	10,0
МПП Валенсія	8,2	7,1	2,1	12,2	30,1
МПП Вишиванка	4,7	3,6	9,3	4,0	4,1
МПП Княжна	3,9	8,7	7,6	5,4	2,8
Трудівниця миронівська	12,8	7,8	3,7	19,8	3,7
Балада миронівська	8,8	8,9	9,8	11,6	7,4
Вежа миронівська	7,6	6,6	8,6	13,6	9,2
Грація миронівська	4,9	5,5	11,8	18,3	14,5
Естафета миронівська	8,0	10,0	10,6	4,8	13,1
МПП Ассоль	5,8	6,2	5,7	8,8	11,1
МПП Дніпрянка	5,1	18,5	3,2	5,6	4,8
Ер. 55023	6,8	11,5	3,9	3,6	9,2
Л. 37519	12,0	5,5	28,0	11,4	12,1
Л. 55198	8,7	1,0	9,8	5,2	11,1
МПП Лада	6,9	10,0	4,4	10,5	4,9
МПП Фортуна	7,7	9,7	10,9	9,1	16,2
МПП Ювілейна	9,2	6,6	9,1	6,2	4,1

Згідно з результатами дисперсійного аналізу експериментальних даних визначено вірогідний ($p \leq 0,01$) вплив

досліджуваних чинників та їх взаємодію на силу борошна (рис. 4).

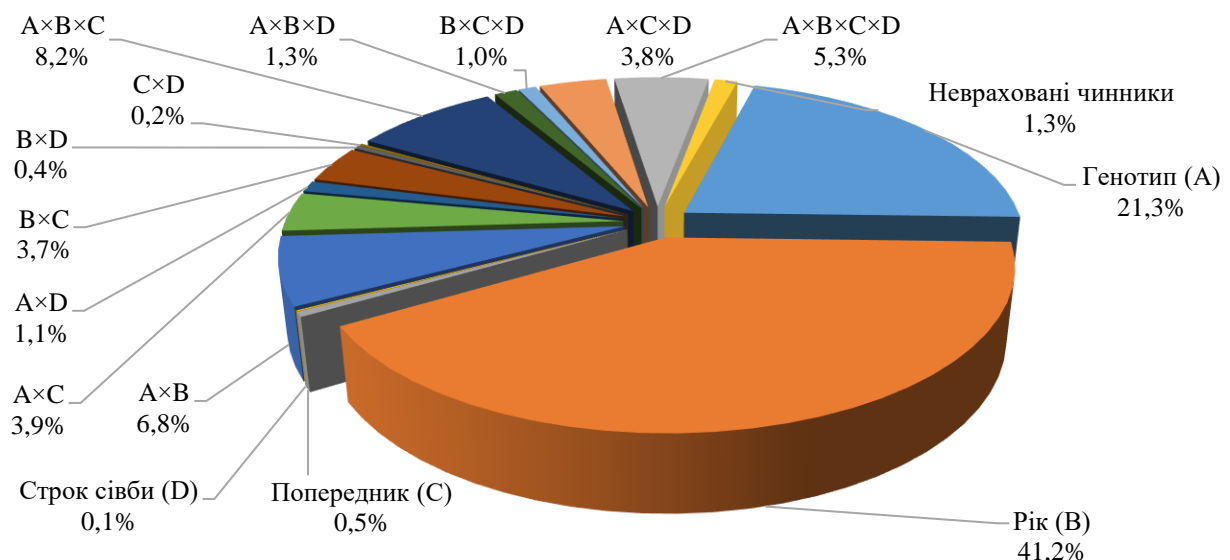


Рис. 4. Частка впливу чинників на силу борошна пшениці м'якої озимої, 2016/17–2018/19 рр.

Встановлено, що формування цього показника визначається умовами року (41,3 %), порівняно з іншими чинниками впливу. Суттєвий вплив генотипу (21,3 %) свідчить

про те, що в досліді використовували сорти та селекційні лінії, які значно відрізнялися між собою за цією ознакою. Наприклад, за силою борошна сорт G8 Грація миронівська

(173 о. а.) належить до слабких пшениць, а селекційна лінія G13 Л. 37519 (390 о. а.) – до сильних пшениць. Не виявлено істотного впливу строку сівби та попередника на формування даного показника. Встановлено значну частку впливу взаємодії чинників генотип \times рік (6,8 %) та генотип \times рік \times попередник (8,2 %). Це вказує на те, що гідротермічні умови років вирощування по різному впливали на формування сили борошна досліджуваних сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої.

Вирішальний вплив умов року на формування сили борошна отримали у своїх дослідженнях Y. Kaş a and M. Sahin [21]. Однак, V. Peršić et al. [19] виявили, що мінливість генотипу більшою мірою вплинула на даний показник, порівняно з умовами року. N. Tsenov et al. [28] відмічали значний вплив взаємодії чинників генотип \times рік на силу борошна.

Список використаної літератури

1. Діордієва І. П., Масловата С. А. Технологічні та хлібопекарські властивості зерна форм пшениці створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. \times *Triticum spelta* L. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 2/102. DOI: 10.31548/dopovidi2(102).2023.004.
2. Криворучко Л. М., Тищенко В. М., Макаова Б. Є. Вплив стресових умов середовища на формування показників якості зерна сортів пшениці озимої селекції Полтавського державного аграрного університету. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 3. С. 26–30. DOI: 10.31210/visnyk2022.03.03.
3. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин від хвороб в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 77–84. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.114.11.
4. Назаренко В. О., Юдічева О. П., Жук В. А. Формування якості товарів : навчальний посібник. Частина 1. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 386 с.
5. Правдзіва І. В. Хлібопекарські властивості борошна пшениці м'якої озимої залежно від агротехнічних заходів вирощування в центральному Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 141–159. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-9.
6. Технологічна оцінка рослинницької продукції сортів сільськогосподарських видів. *Методика державної науково-технічної експертизи сортів*

Висновки. Встановлено, що формування сили борошна визначається гідротермічними умовами року вирощування. Також виявлено і суттєвий вплив генотипу на даний показник. Істотного впливу попередника та строку сівби не відмічено.

Виділені сорти Балада миронівська, Вежа миронівська, Естафета миронівська, МП Ассоль, МП Валенсія, МП Вишиванка, МП Княжна, МП Лада та селекційні лінії Л. 37519, Л. 55198 доцільно використовувати в селекційних програмах, які спрямовані на виведення високоякісних сортів пшениці м'якої озимої.

Виявлені особливості формування сили борошна пшениці м'якої озимої залежно від попередника, строку сівби у роки дослідження варто враховувати при розробці базових елементів технології вирощування сортів.

References

1. Diordieva I. P., Maslovata S. A. Technological and bakery properties of grain forms of wheat created by hybridization of *Triticum aestivum* L. \times *Triticum spelta* L. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2023. No 2/102. DOI: 10.31548/dopovidi2(102).2023.004.
2. Kryvoruchko L., Tyshchenko V., Makaova B. The influence of environmental stress conditions on the formation of grain quality parameters of winter wheat varieties of Poltava State Agrarian University. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2022. No 3. С. 26–30. DOI: 10.31210/visnyk2022.03.03.
3. Markovska O. Ye., Hrechyshkina T. A. Quality of grain of winter wheat varieties depending on fertilization and protection of plants from diseases under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2020. No. 114. С. 77–84. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.114.11.
4. Nazarenko V. O., Yudicheva O. P., Zhuk V. A. Product quality formation : study guide. Part 1. Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury, 2012. 386 p.
5. Pravdziva I. V. Flour baking properties of bread winter wheat depending on agrotechnical measures of growing in the Central Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2022. Vol. 71, Iss. 1. P. 141–159. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-9.
6. Technological evaluation of plant products of varieties of agricultural species. *Metodyka derzhavnoi naukovo-tekhnichnoi ekspertyzy sortiv roslyn. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti*

рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С. О. Ткачик, 4-те вид. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. С. 6–64.

7. Технологія виробництва насіння пшениці озимої / за ред. А. А. Сіроштана, В. П. Кавунця. Київ : Компринт, 2016. 92 с.

8. Харчові технології / С. В. Мерзлов та ін. Біла Церква, 2016. 450 с.

9. A comparative assessment of agronomic and baking qualities of modern/old varieties and landraces of wheat grown in Calabria (Italy) / G. Preiti et al. *Foods*. 2022. Vol. 11 (15): 2359. DOI: 10.3390/foods11152359.

10. Agrawal D. K., Nath S. Effect of climatic factor and date of sowing on wheat crop in Allahabad condition, Uttar Pradesh. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018. Vol. 7, Iss. 9. P. 1776–1782. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.709.214.

11. Dominance of *Bacillus* species in the wheat (*Triticum aestivum* L.) rhizosphere and their plant growth promoting potential under salt stress conditions / S. T. Zahra et al. *Peer J*. 2023. Vol. 11: e14621. DOI: 10.7717/peerj.14621.

12. Effect of sowing dates and varieties on yield and quality performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) / M. Yusuf et al. *Agricultural Science Digest*. 2019. Vol. 39, Iss. 4. P. 306–310. DOI:10.18805/ag.D-4977.

13. Effects of flour composition, physical dough properties and baking process on hearth loaf properties studied by multivariate statistical methods / E. M. Magnus et al. *Journal of Cereal Science*. 2000. Vol. 32, Iss. 2. P. 199–212. DOI: 10.1006/jcrs.2000.0325.

14. Genotype by environment interaction and yield stability in sugarcane / R. Rea et al. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2017. Vol. 70 No 2. P. 8129–8138. DOI: 10.15446/rfna.v70n2.61790.

15. Genotype by environment interaction and yield stability of coffee (*Coffea arabica* L.) genotypes evaluated in western Ethiopia / G. W. Abrha et al. *Plant Production Science*. 2022. Vol. 25, Iss. 4 P. 467–483. DOI: 10.1080/1343943X.2022.2136722.

16. Grain yield and quality responses of durum wheat (*Triticum turgium* L. var. durum) to nitrogen and phosphorus rate in Yilmana Densa, Northwestern Ethiopia / A. Assefa et al. *Heliyon*. 2023. Vol. 9, Iss. 7: e17262. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e17262.

17. Grain Quality as Influenced by the Structural Properties of Weed Communities in Mediterranean Wheat Crops / E. H. Plaza et al. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, Iss. 1. P. 49–67. DOI: 10.3390/agronomy13010049.

18. Impact of climate change on wheat grain composition and quality / N. Zahra et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2022. Vol. 103, Iss. 6. P. 2745–2751. DOI: 10.1002/jsfa.12289.

19. Impact of Fusarium head blight on wheat flour quality: examination of protease activity, technological quality and rheological properties / V. Peršić et al. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, Iss. 3. P. 662–685. DOI: 10.3390/agronomy13030662.

20. Impact of sowing date on bread wheat kernel quantitative and qualitative traits under Middle East

produksii roslynnytstva / ed. by S. O. Tkachyk. (4th ed.) Vinnytsia : TOV “Nilan-LTD”, 2015. P. 6–64.

7. Technology of winter wheat seed production / A. A. Sirosthan, V. P. Kavunets (Eds). Kyiv : Comprint, 2016. 92 p.

8. Food technologies / S. V. Merzlov et al. Bila Tserkva, 2016. 450 p.

9. A comparative assessment of agronomic and baking qualities of modern/old varieties and landraces of wheat grown in Calabria (Italy) / G. Preiti et al. *Foods*. 2022. Vol. 11 (15): 2359. DOI: 10.3390/foods11152359.

10. Agrawal D. K., Nath S. Effect of climatic factor and date of sowing on wheat crop in Allahabad condition, Uttar Pradesh. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018. Vol. 7, Iss. 9. P. 1776–1782. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.709.214.

11. Dominance of *Bacillus* species in the wheat (*Triticum aestivum* L.) rhizosphere and their plant growth promoting potential under salt stress conditions / S. T. Zahra et al. *Peer J*. 2023. Vol. 11: e14621. DOI: 10.7717/peerj.14621.

12. Effect of sowing dates and varieties on yield and quality performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) / M. Yusuf et al. *Agricultural Science Digest*. 2019. Vol. 39, Iss. 4. P. 306–310. DOI:10.18805/ag.D-4977.

13. Effects of flour composition, physical dough properties and baking process on hearth loaf properties studied by multivariate statistical methods / E. M. Magnus et al. *Journal of Cereal Science*. 2000. Vol. 32, Iss. 2. P. 199–212. DOI: 10.1006/jcrs.2000.0325.

14. Genotype by environment interaction and yield stability in sugarcane / R. Rea et al. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2017. Vol. 70 No 2. P. 8129–8138. DOI: 10.15446/rfna.v70n2.61790.

15. Genotype by environment interaction and yield stability of coffee (*Coffea arabica* L.) genotypes evaluated in western Ethiopia / G. W. Abrha et al. *Plant Production Science*. 2022. Vol. 25, Iss. 4 P. 467–483. DOI: 10.1080/1343943X.2022.2136722.

16. Grain yield and quality responses of durum wheat (*Triticum turgium* L. var. durum) to nitrogen and phosphorus rate in Yilmana Densa, Northwestern Ethiopia / A. Assefa et al. *Heliyon*. 2023. Vol. 9, Iss. 7: e17262. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e17262.

17. Grain Quality as Influenced by the Structural Properties of Weed Communities in Mediterranean Wheat Crops / E. H. Plaza et al. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, Iss. 1. P. 49–67. DOI: 10.3390/agronomy13010049.

18. Impact of climate change on wheat grain composition and quality / N. Zahra et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2022. Vol. 103, Iss. 6. P. 2745–2751. DOI: 10.1002/jsfa.12289.

19. Impact of Fusarium head blight on wheat flour quality: examination of protease activity,

climate conditions / S. Sasani. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2020. Vol. 107, No 3. P. 279–286. DOI: 10.13080/z-a.2020.107.036.

21. Kaya Y., Sahin M. Non-parametric stability analyses of dough properties in wheat. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2015. Vol. 35, Iss. 3. P. 509–515. DOI: 10.1590/1678-457X.6642.

22. Kravchenko M. F., Danyliuk I. P., Romanovska O. L. Technological features of flour composite mixtures. Innovative technologies and equipment: development prospects of the food and restaurant industries : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2022. P. 210–224. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-9>.

23. Kudriawytzka A. N., Karabach K. S. The influence of fertilizers on yield and quality indicators of spring wheat grain. *S World Journal*. 2022. Iss. 16-01. P. 131–134. DOI: 10.30888/2663-5712.2022-16-01-021.

24. Marker-assisted selection for transfer of QTLs to a promising line for drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) / V. P. Sunilkumar et al. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14: 1147200. DOI: 10.3389/fpls.2023.1147200.

25. Relationships between structural fat properties with sensory, physical and textural attributes of yeast-leavened laminated salty baked product / A. E. de la Horra et al. *Journal of Food Science and Technology*. 2017. Vol. 54, Iss. 9. P. 2613–2625. DOI: 10.1007/s13197-017-2572-1.

26. Relation between ultrasonic properties, rheology and baking quality for bread doughs of widely differing formulation / D. Peressini et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017. Vol. 97, Iss. 8. P. 2366–2374. DOI: 10.1002/jsfa.8048.

27. Starch and dough-related properties of wheat (*Triticum aestivum* L.) exposed to varying temperatures and radiances after anthesis / Z. Zhang et al. *Agronomy*. 2023. Vol. 13: 1069. DOI: 10.3390/agronomy13041069.

28. Tsenov N. Gubatov T. Yanchev I. Effect of genotype-environment interaction on some important quality parameters of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agricultural Science and Technology*. 2023. Vol. 15, Iss. 2. P. 3–16. DOI: 10.15547/ast.2023.02.011.

30. Wheat consumption dynamics in selected countries in Asia and Africa: Implications for wheat supply by 2030 and 2050. Integrated development program discussion paper no. 2. / K. A. Mottaleb et al. El Batan, Texcoco, Mexico : International maize and Wheat Improvement Center CIMMYT. 32 p.

31. Wheat end-use quality: State of art, genetics, genomics-assisted improvement, future challenges, and opportunities / M. Subedi et al. *Frontiers in Genetics*. 2023. Vol. 13: 1032601. DOI: 10.3389/fgene.2022.1032601.

32. Yield and quality of winter durum wheat grain depending on the fertiliser system / H. Hospodarenko et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No 3. P. 16–25. DOI: 10.48077/scihor.25(3).2022.16-25.

33. Yield stability and relationships among stability parameters in soybean genotypes across years

technological quality and rheological properties / V. Peršić et al. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, Iss. 3. P. 662–685. DOI: 10.3390/agronomy13030662.

20. Impact of sowing date on bread wheat kernel quantitative and qualitative traits under Middle East climate conditions / S. Sasani. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2020. Vol. 107, No. 3. P. 279–286. DOI: 10.13080/z-a.2020.107.036.

21. Kaya Y., Sahin M. Non-parametric stability analyses of dough properties in wheat. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2015. Vol. 35, Iss. 3. P. 509–515. DOI: 10.1590/1678-457X.6642.

22. Kravchenko M. F., Danyliuk I. P., Romanovska O. L. Technological features of flour composite mixtures. Innovative technologies and equipment: development prospects of the food and restaurant industries : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2022. P. 210–224. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-9>.

23. Kudriawytzka A. N., Karabach K. S. The influence of fertilizers on yield and quality indicators of spring wheat grain. *S World Journal*. 2022. Iss. 16-01. P. 131–134. DOI: 10.30888/2663-5712.2022-16-01-021.

24. Marker-assisted selection for transfer of QTLs to a promising line for drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) / V. P. Sunilkumar et al. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14: 1147200. DOI: 10.3389/fpls.2023.1147200.

25. Relationships between structural fat properties with sensory, physical and textural attributes of yeast-leavened laminated salty baked product / A. E. de la Horra et al. *Journal of Food Science and Technology*. 2017. Vol. 54, Iss. 9. P. 2613–2625. DOI: 10.1007/s13197-017-2572-1.

26. Relation between ultrasonic properties, rheology and baking quality for bread doughs of widely differing formulation / D. Peressini et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017. Vol. 97, Iss. 8. P. 2366–2374. DOI: 10.1002/jsfa.8048.

27. Starch and dough-related properties of wheat (*Triticum aestivum* L.) exposed to varying temperatures and radiances after anthesis / Z. Zhang et al. *Agronomy*. 2023. Vol. 13: 1069. DOI: 10.3390/agronomy13041069.

28. Tsenov N. Gubatov T. Yanchev I. Effect of genotype-environment interaction on some important quality parameters of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agricultural Science and Technology*. 2023. Vol. 15, Iss. 2. P. 3–16. DOI: 10.15547/ast.2023.02.011.

30. Wheat consumption dynamics in selected countries in Asia and Africa: Implications for wheat supply by 2030 and 2050. Integrated development program discussion paper no. 2. / K. A. Mottaleb et al. El Batan, Texcoco, Mexico : International maize and Wheat Improvement Center CIMMYT. 32 p.

31. Wheat end-use quality: State of art, genetics, genomics-assisted improvement, future challenges,

/ A. S. Milioli et al. *Chilean journal of agricultural research*. 2018. Vol. 78 No 2. P. 299–309. DOI: 10.4067/S0718-58392018000200299.

and opportunities / M. Subedi et al. *Frontiers in Genetics*. 2023. Vol. 13: 1032601. DOI: 10.3389/fgene.2022.1032601.

32. Yield and quality of winter durum wheat grain depending on the fertiliser system / H. Hospodarenko et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No 3. P. 16–25. DOI: 10.48077/scihor.25(3).2022.16-25.

33. Yield stability and relationships among stability parameters in soybean genotypes across years / A. S. Milioli et al. *Chilean journal of agricultural research*. 2018. Vol. 78 No 2. P. 299–309. DOI: 10.4067/S0718-58392018000200299.

Оригінальна наукова стаття

УДК 581.132.1:631.89:633.11

**РОЗВИТОК ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ
ТА ЗЕРНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ
ЗА БІОЛОГІЗОВАНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ****О. Л. Дубицький, А. О. Дубицька, О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, М. М. Щерба**

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

Про авторів:

Олександр ДУБИЦЬКИЙ,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0000-0002-8293-4119

Ангеліна ДУБИЦЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-5685-0237

Оксана КАЧМАР,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-0382-6030

Оксана ВАВРИНОВИЧ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-3466-1432

Марія ЩЕРБА,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-0773-6382

Для листування:

Оксана КАЧМАР
e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

2 серпня 2023 р.

Погоджено до друку:

21 серпня 2023 р.

В умовах польового дослідження вивчали вплив біологізованих систем удобрення на вміст хлорофілів ($a + b$) у верхніх листках, чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) посіву та зернову продуктивність пшениці озимої.

Встановлено, що внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{60}K_{60}$ на фоні соломи гороху з додаванням біостимулятора (БС) та гумусного або хелатного добрив (відповідно ГД або ХД) забезпечило в фазі цвітіння зростання сумарного вмісту хлорофілів ($a + b$) на 26–28 % щодо цього показника в контрольному варіанті. У фазі молочно-воскової стиглості вміст хлорофілів ($a + b$) знижувався на 18–22 % щодо фази цвітіння. Найбільший серед таких декрементів мав місце у варіанті внесення мінеральних добрив у дозі $N_{150}P_{120}K_{120}$ на фоні соломи + ГД. Біологізовані системи удобрення викликали підвищення величин ЧПФ. Зокрема за умов зазначених систем удобрення протягом періоду від цвітіння до молочно-воскової стиглості цей показник був на 10–11 % вищим порівняно з контрольним варіантом.

Максимальні значення продуктивності фотосинтезу (8,08–8,12 г/(м² • добу)) мали місце у варіантах, де вивчали дію мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{60}K_{60}$ на фоні соломи гороху з додаванням ГД або ХД. Біологізовані системи удобрення зумовлювали формування потужнішого фотосинтетичного апарату верхніх листків пшениці озимої порівняно з контролем, що своєю чергою стимулювало “попит” на асиміляти з боку колосу. Зазначені коригування донорно-акцепторних відносин у системі верхні листки – решта частини рослини сприяли підвищенню зернової продуктивності пшениці озимої, зокрема збільшенню кількості зерен у колосі та маси 1000 зерен.

Таким чином, біологізовані системи удобрення викликали підвищення активності й тривалості функціонування фотосинтетичного апарату листків в онтогенезі пшениці озимої, що значною мірою сприяло зростанню зернової продуктивності цієї культури. Найефективніший вплив на проаналізовані показники фотосинтетичного апарату та врожаю серед вивчених мали системи удобрення з таким складом: солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД або обробка посівів ХД на фоні соломи гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Ключові слова: біологізовані системи удобрення, пшениця озима, вміст хлорофілів ($a + b$), чиста продуктивність фотосинтезу, зернова продуктивність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Дубицький О. Л., Дубицька А. О., Качмар О. Й., Вавринович О. В., Щерба М. М., 2023

Development of photosynthetic processes and grain productivity of winter wheat under biological fertilization systems

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

About authors:

Alexander DUBYTSKYI
ORCID: 0000-0002-8293-4119

Anhelina DUBYTSKA
ORCID: 0000-0002-5685-0237

Oksana KACHMAR
ORCID: 0000-0002-0382-6030

Oksana VAVRYNOVYCH
ORCID: 0000-0003-3466-1432

Mariia SHCHERBA
ORCID: 0000-0002-0773-6382

For corresponding:

Oksana KACHMAR
e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

August 2, 2023

Accepted:

August 21, 2023

In a field experiment, the effect of biological fertilization systems on the content of chlorophylls ($a + b$) in the upper leaves, net photosynthetic productivity ('NPP') of the crop and grain productivity of winter wheat was studied.

It has been established, that the application of mineral fertilizers at a rate of $N_{90}P_{60}K_{60}$ on the background of pea straw with the addition of a biostimulant (BS) plus humus or chelate fertilizers (HF or CF, respectively) ensured an increase in the total chlorophylls content ($a + b$) during the flowering phase, relative to the value of this indicator in control variant. In the stage of milky-wax ripeness, the contents of chlorophylls ($a + b$) decreased by 18–22 %, compared to the flowering phase. The largest among such decrements took place in the variant of application of mineral fertilizers at a rate of $N_{150}P_{120}K_{120}$ on the background of straw + HF.

Biologized fertilizer systems have caused an increase in NPP values. In particular, under the conditions of these fertilizer systems, during the period from flowering to milky-wax ripeness, the level of this indicator was 10–11 % higher, compared to the control variant. The maximum values of the productivity of photosynthesis (8,08–8,12 g/(m² • day)) occurred in the variants, where the effects of mineral fertilizers at a rate of $N_{90}P_{60}K_{60}$ was studied on the background of pea straw with the addition of HF or CF. Biologized fertilizer systems caused the formation of a more powerful photosynthetic apparatus of the upper leaves of winter wheat, compared with the control, which in turn stimulated the “demand” for assimilates from the ear. These adjustments of sink-source relations in the system upper leaves – the rest of the plant contributed to an increase in the grain productivity of winter wheat, in particular, an increase in the number of grains per ear and the weight of 1000 grains.

Thus, biological fertilization systems caused an increase in the activity and duration of the functioning of the photosynthetic apparatus of leaves in the ontogeny of winter wheat. To a large extent, this contributed to the gain of grain productivity of winter wheat. The most effective influence on the analyzed indicators of the photosynthetic apparatus and yield among the studied ones was exerted by fertilizer systems with the following composition: pea straw + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + BS + HF or treatment of crops with CF on the background of pea straw + $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Keywords: biological fertilization systems, winter wheat, chlorophyll contents ($a + b$), net photosynthesis productivity, grain productivity.

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

Вступ. Виробництво зерна в Україні – стратегічна і найефективніша галузь народного господарства, оскільки воно є основою продовольчої бази і безпеки держави. На стан зерновиробництва в останні роки істотно вплинули зміни природно-кліматичних умов та недостатнє

матеріально-технічне забезпечення. Тому виникла потреба розробки нових підходів щодо виробництва зерна як на основі ресурсощадних технологій, так і раціонального використання зональних природно-кліматичних умов [13, 14, 19, 20]. Сьогодні на перший план виходять

дослідження, присвячені пошуку альтернативних, біологізованих засобів підвищення продуктивності рослин, які базуються на активації їхніх природних метаболічних процесів [5, 12].

До таких засобів слід віднести використання соломи зернових або зернобобових культур, заорювання сидератів, використання стимуляторів росту рослин, гумусних чи мікробіологічних або хелатних добрив [1–3, 7, 9]. Системи удобрення в першу чергу впливають на формування врожаю, який значною мірою залежить від процесів фотосинтезу [26, 30]. І хоча зв'язок його з продуктивністю не завжди однозначний, для зернових колосових культур є дані, які підтверджують, що за період вегетації фотосинтетичні процеси та листові і хлорофільні індекси знаходяться в тісному кореляційному зв'язку з біологічним і господарсько цінним урожаєм [8, 10, 11].

Функціонально фотосинтез здійснюється в листках рослин, оскільки це основний орган, який забезпечує умови проходження цього процесу, а саме в спеціалізованих органелах – хлоропластах, які складають 25–30 % маси листка. Хлоропласти вищих рослин містять хлорофіли *a* і *b*, їх кількісний вміст залежить від генетичної природи організму та умов його вирощування, зокрема забезпеченості рослин елементами живлення [17, 18, 20].

Сучасний стан досліджень проблеми фотосинтезу дає підставу вважати, що фотосинтетична діяльність сільськогосподарських культур є основою їх продуктивності й значною мірою залежить від вмісту пігментів у рослинах [16, 24, 27].

Особливе значення мають зелені пігменти, хлорофіли *a* + *b* – чутливі індикатори фізіологічного стану рослин. Кількість і функціональна активність цих пігментів є показником потенційної здатності рослин формувати біологічний урожай [21, 23].

Для досягнення стабільно високого і якісного врожаю сільськогосподарських культур потрібно максимально зберегти фотосинтетичну активність листків у період

наливу зерна і сприяти швидкому старінню в кінці вегетації. Цей процес є генетично детермінованим і регулюється рядом фітогормонів, сигнальними системами. Фотосинтез тісно пов'язаний з вмістом хлорофілів у листках рослин і в свою чергу залежить від забезпеченості їх елементами живлення [22, 24, 31].

Одним із шляхів досягнення ефекту поліпшення фотосинтезу та продуктивності сільськогосподарських культур може бути розробка інноваційних технологій їх вирощування. Важливу роль у цьому відведено новим препаратам, бактеріальним добривам, рістстимулюючим комплексам, гумусним та хелатним добривам, які в поєднанні з оптимальними дозами мінеральних добрив на фоні соломи бобових або зернових культур зможуть формувати біологізовані, екологічно безпечні системи удобрення [9, 15, 25, 28, 29]. Такі системи удобрення здатні підвищити стійкість рослин до хвороб, несприятливих умов зовнішнього середовища, продовжити тривалість їх життя, здатні ініціювати низку метаболічних процесів, сприяти мобілізації резервів потенціалу продуктивності [32–34].

Відомо, що за використання мінеральних добрив під пшеницю озиму сорту Фаворитка в дозах $N_{80}P_{32}K_{32}$ або $N_{300}P_{160}K_{160}$ сума хлорофілів (*a* + *b*) була відповідно 2,01 та 2,86 мг/г, що вказує на формування більш активного фотосинтетичного апарату за вищої дози мінеральних добрив та збільшення маси 1000 зерен на 5–6 % [6].

Внаслідок обробки рослин пшениці озимої згаданого вище сорту хелатованим мікродобривом і стимулятором росту (аватар і енерген) чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) становила після мікродобрива – 10,8 г/м², а після стимулятора – 8,5 г/м² (контроль – 5,6 г/м²), відзначено підвищення продуктивності культури в діапазоні 707–802 г/м².

Однак у літературі трапляється небагато повідомлень щодо впливу біологізованих систем удобрення на фотосинтетичні процеси та вони є фрагментарними за їх значенням у

формуванні врожаю сільськогосподарських культур.

Мета роботи – вивчення впливу біологізованих систем удобрення на розвиток фотосинтетичних процесів у листках пшениці озимої та її продуктивність.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в 2021–2022 рр. у полі пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) сорту Бенефіс, висіяної після гороху, в умовах стаціонарного досліду з вивчення наукових основ управління продуктивністю короткоротаційних сівозмін в умовах Карпатського регіону. Схема досліду включає такі варіанти:

1. Контроль (без добрив).
2. Солома гороху.
3. Солома гороху + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС (біостимулятор).
4. Солома гороху + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС + ГД (гумусне добриво).
5. Солома гороху + N₉₀P₆₀K₆₀ + ХД (хелатне добриво).
6. Солома гороху + N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀ + ГД.

Вносили гумусне добриво (ГД) двічі за вегетацію (весняне кущення та вихід у трубку) в дозі 1,5 л/га. Гумусне добриво (блек-джек) – препарат нового покоління – має високу ефективність. На відміну від гуматів, які містять гумінові та фульвокислоти, до складу входять також ульмінові кислоти та гумін, які дуже активні в рослинах. Склад ГД: гумінові кислоти – 19–21 %, фульвокислоти – 3–5 %, загальна органічна речовина (зокрема ульмінові кислоти та гумін) – 27–30 %. Препарат ефективний як у ґрунті, так і корисний для рослин.

Для поліпшення гормональної регуляції росту озимих зернових та послаблення стресових ситуацій використовували біостимулятор міллерплекс, він містить натуральні цитокиніни. Гормональна стимуляція розвитку відбувається на клітинному рівні. Склад препарату такий: азот (амідна форма) – 3,0 %, доступний фосфор (P₂O₅) –

3 %, калій (K₂O) – 30 %, екстракт водоростей (*Ascophyllum nodosum*). До складу входять також амінокислоти, специфічні вуглеводи, які поліпшують імунну систему рослин, мікроелементи в хелатованій формі.

Препарат хелатне добриво (ХД) асортименту Розалік (Zn, P, N, S) використовують для обробки рослин. Характеристика і склад препарату: амідний азот – 3 %, фосфор (P₂O₅) – 19 %, оксид сірки (SO₃) – 5,3 %, цинк (Zn) у хелатній формі з ЕДТА – 5,9 %. Вносять препарат у дозі 1,5 л/га в фазах весняне кущення та вихід у трубку.

Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий поверхнево оглеєний суглинковий. Основні параметри ґрунту такі: рН сольове – 4,78–4,92, Нг (гідролітична кислотність) – 2,38–2,46 мг-екв/100 г ґрунту, вміст легкогідролізного азоту – 8,6–9,1, фосфору та калію – відповідно 10,5–11,3 та 8,4–9,0 мг/100 г ґрунту, величина загального гумусу – 1,91–1,96 %.

Вміст суми пігментів (хлорофіли *a* та *b*) визначали після їх екстрагування з рослинних тканин диметилсульфоксидом і з подальшим спектрофотометричним вимірюванням методом Велленбурга [6]. Потужність розвитку фотосинтетичного апарату рослин встановлювали за вимірювання чистої продуктивності посівів (ЧПФ, г/м² за добу).

Врожай обліковували методом пробних снопів. Елементи структури врожаю пшениці озимої визначали за В. М. Грицаєнко та ін. [4]. Отримані результати оброблено статистично з використанням програми Excel.

Результати та обговорення. Метеорологічні показники за роки досліджень мали певні особливості. Зимові та весняно-літні вегетаційні періоди пшениці озимої відрізнялися за кількістю опадів. За зиму та літо вона становила в 2021 р. 473,6 мм, а в 2022 р. – 318,3 мм за середньобагаторічних значень 458,0 мм (табл. 1).

1. Метеорологічні умови в період досліджень (2021–2022 рр.)

Місяці	Опади				Температура повітря, °С			
	мм		% норми		середньомісячна		різниця щодо норми	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Січень	47,9	52,3	120	130	-1,5	-0,7	3,1	3,9
Лютий	95,8	25,3	222	59	-2,8	-1,8	0,9	5,3
Березень	43,1	17,3	98	40	1,7	2,6	1,2	2,1
Квітень	39,9	82,0	78	160	6,0	6,5	1,4	-0,9
Травень	55,4	24,3	65	29	13,1	13,9	0,2	1,0
Червень	97,3	31,3	104	32	19,3	19,7	3,0	3,4
Липень	94,2	85,8	92	84	22,2	19,5	4,7	2,0

Примітка: значення вищі – «+» і нижчі «-» за норму.

Відзначено певну нестачу вологи в 2022 р. протягом березня, травня та червня. Ця нестача виявилася некритичною і суттєво не вплинула на розвиток рослин та формування врожаю. Теплозабезпеченість пшениці озимої в згадані роки була сприятливою для росту та розвитку рослин. Середньомісячні температури весняно-літнього періоду виявилися близькими в 2021 та 2022 р., винятком виявився лише липень 2021 р., коли температура повітря була на 4,7 °С вища від середніх багаторічних значень, водночас такі умови сприяли дещо кращому формуванню врожаю.

Таким чином, погодні умови, які сформувалися в період росту та розвитку пшениці озимої, мали певні особливості, однак були відносно задовільними для проходження фізіологічних процесів у листках рослин та формування врожаю культури.

На вміст основних фотосинтетичних пігментів у посівах пшениці озимої відчутно вплинули біологізовані системи удобрення.

Вміст суми хлорофілів ($a + b$) у верхніх її листках у фазі цвітіння (Ц) коливався в межах 2,73–3,86 мг/г сирової речовини (табл. 2).

2. Вміст хлорофілів ($a + b$) в верхніх листках пшениці озимої у фазах цвітіння та молочно-воскової стиглості за біологізованих систем удобрення

№ вар.	Системи удобрення	Вміст хлорофілів ($a + b$), мг/г сирової речовини	
		Цвітіння	Молочно-воскова стиглість
1	Контроль (без добрив)	2,73±0,09	2,21±0,06
2	Солома гороху	2,82±0,09	2,25±0,06
3	Солома гороху + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС	3,22±0,12	3,02±0,09
4	Солома гороху + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД	3,62±0,19	3,38±0,14
5	Солома гороху + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД	3,78±0,24	3,64±0,13
6	Солома гороху + N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + ГД	3,86±0,26	2,88±0,10

Мінімальний вміст суми цих пігментів був у фазі цвітіння в контрольному варіанті (2,73 мг/г сирової речовини). Близькі до абсолютного контролю показники хлорофілів ($a + b$) отримано за умов заорювання соломи (табл.

2). За внесення максимальної дози добрив (N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀) у варіанті 6 вміст відповідних пігментів був в 1,4 разу вищим, ніж у контролі. Дещо менший їх рівень щодо варіанта з максимальним внесенням добрив

(N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀) забезпечили варіанти 3, 4, 5 (табл. 2).

Фаза молочно-воскової стиглості (МВС) характеризувалася певними зменшеннями значень вмісту хлорофілів (*a* + *b*) у варіантах контролю та за умов заорювання соломи гороху: вони були на рівні 18–22 % щодо фази цвітіння.

За умов внесення мінеральних добрив + БС на фоні соломи гороху (вар. 3) вміст хлорофілів (*a* + *b*) зменшився в фазі МВС незначно, на 5,8 % щодо фази цвітіння. Це частково пояснюється здатністю стимуляторів росту затримувати деградацію хлорофілу, зберігати асиміляційну поверхню листків пшениці озимої. Внесення гумусного добрива у вар. 4 (солома гороху + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС + ГД) поліпшило умови живлення рослин, і відповідно вміст хлорофілів зменшився у фазі МВС лише на 3,3 % щодо фази Ц. Внаслідок обробки рослин пшениці озимої хелатним добривом (ХД) вміст фотосинтетичних пігментів у фазі МВС виявився на рівні 3,64 мг/г сирової речовини, що є близьким до значення у фазі цвітіння (табл. 2).

На фоні підвищеної дози мінеральних добрив N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀ + солома гороху + ГД цей рівень перевищував відповідні значення контрольного варіанта в фазі МВС на 12,0 %. Однак величина пігментів за цих умов виявилася суттєво нижчою щодо варіантів з оптимальною нормою мінеральних добрив (3, 4, 5), що може бути обумовлено передчасним старінням верхніх листків за рахунок відтоку з них редуруючих цукрів у зазначеному варіанті.

Вміст хлорофілів у листках пшениці озимої не дає повної характеристики фотосинтетичної діяльності посівів. Водночас фотосинтетичний потенціал можна виразити через чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ, г/м² за добу), що дає повнішу картину фотосинтетичної функції посіву. За умов використання варіантів, сформованих на базі соломи гороху + N₉₀P₆₀K₆₀ (вар. 3, 4, 5), у фазі цвітіння (Ц) показники чистої продуктивності фотосинтезу знаходилися в межах 5,22–6,08 г/м² за добу (рис. 1), що перевищувало відповідне значення в контрольному варіанті.

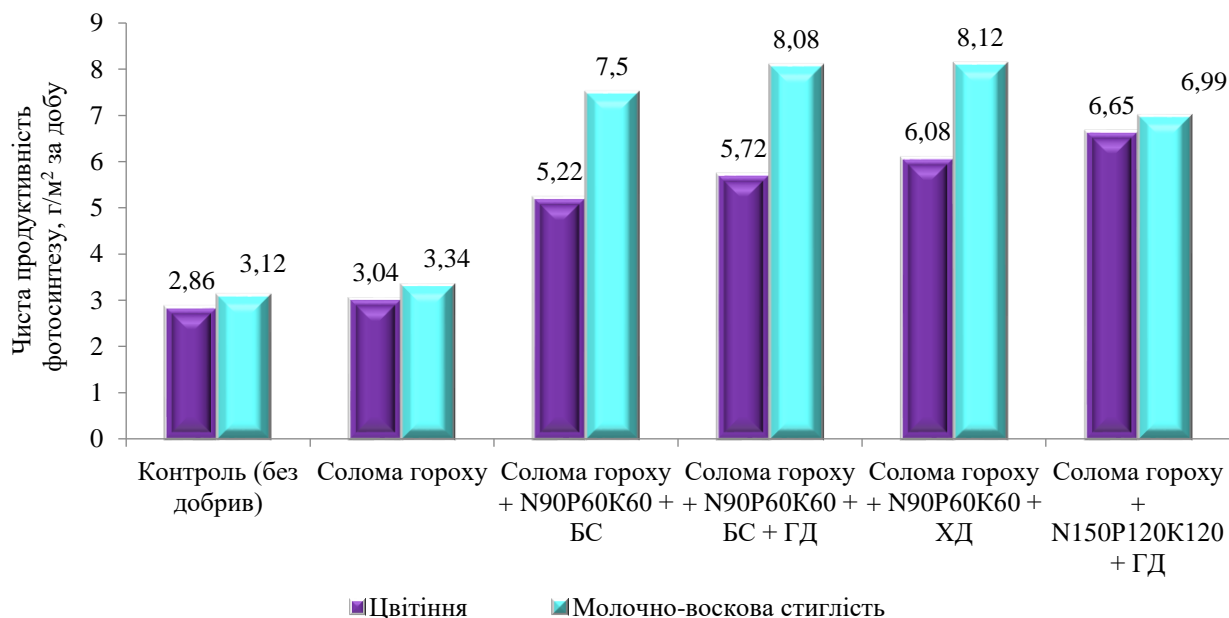


Рис. 1. Вплив біологізованих систем удобрення на чисту продуктивність фотосинтезу

У варіанті, де вивчали дію підвищеної дози мінеральних добрив $N_{150}P_{120}K_{120}$ на фоні соломи гороху + гумусне добриво, показник чистої продуктивності фотосинтезу становив $6,65 \text{ г/м}^2$. Це свідчить про розвиток вищої активності фотосинтетичного апарату впродовж фази цвітіння за вказаних умов.

У період молочно-воскової стиглості відзначено зменшення величини чистої продуктивності фотосинтезу (рис. 1) на фоні незначного зниження суми хлорофілів ($a + b$) у листках пшениці озимої (табл. 2) у варіантах 3–5. Однак вищих значень ЧПФ у досліді в фазі молочно-воскової стиглості досягнуто у варіантах з оптимальною дозою мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{60}$ на фоні соломи гороху з додаванням ГД або ХД. Вказані компоненти в комплексі з базовим удобренням солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ сприяли підвищенню ЧПФ на $1,6$ – $2,2 \text{ г/м}^2$ за добу порівняно з вар. 3. Дещо нижча інтенсивність роботи

асимілятивного апарату була в посівах пшениці озимої з внесенням вищої дози добрив ($N_{150}P_{120}K_{120}$) (вар. 6). Вища щільність стеблостою рослин за вказаних умов та дещо більша площа листків зумовили нижчі темпи хлорофільної активності та менший рівень ЧПФ у верхніх листках пшениці, ніж у варіантах 4 та 5.

Активність продукування хлорофілів ($a + b$) у прапорцевих листках і чиста продуктивність фотосинтезу обумовлюють продуктивність пшениці озимої. У цьому контексті дослідження формування колосу, а також виповненість останнього залежно від біологізованих систем удобрення є недостатньо з'ясованими і потребують більш детального вивчення.

Результати впливу біологізованих систем удобрення на елементи структури врожаю свідчать про чутливість пшениці озимої до цього агротехнічного заходу (табл. 3).

3. Показники зернової продуктивності пшениці озимої за біологізованих систем удобрення

№ вар.	Системи удобрення	Кількість зерен з колоса, шт.		Маса 1000 зерен, г	
		2021	2022	2021	2022
1	Контроль (без добрив)	22±1	22±1	27,1±0,3	28,2±0,4
2	Солома гороху	24±1	22±1	29,7±0,4	30,1±0,4
3	Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС	34±2	31±2	34,2±0,5	36,2±0,6
4	Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД	39±4	37±3	36,1±0,6	38,2±0,8
5	Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД	40±4	38±3	35,9±0,6	40,5±1,0
6	Солома гороху + $N_{150}P_{120}K_{120}$ + ГД	41±3	41±3	38,4±0,9	41,2±1,1

Відзначено, що вплив біологізованих систем удобрення на морфоознаки та врожайність пшениці озимої був неоднаковий. Істотне збільшення кількості зернин у колосі та маси 1000 зерен спостерігали у вар. 3 (солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС) порівняно з контролем та варіантом заорювання соломи. Це збільшення становило в середньому 21 %. Як видно з даних, представлених у табл. 3, вища продуктивність головного колосу пшениці озимої у варіантах 3–5 забезпечувалася за рахунок збільшення

кількості зерен та маси 1000 зернин. За таких умов питоме значення останнього показника посилювалося за умов високого рівня мінерального живлення ($N_{150}P_{120}K_{120}$) на фоні соломи гороху. Максимальну врожайність зерна забезпечив варіант з внесенням $N_{150}P_{120}K_{120}$ на фоні соломи гороху + ГД, де вона становила $5,32$ – $5,80 \text{ т/га}$ (рис. 2).

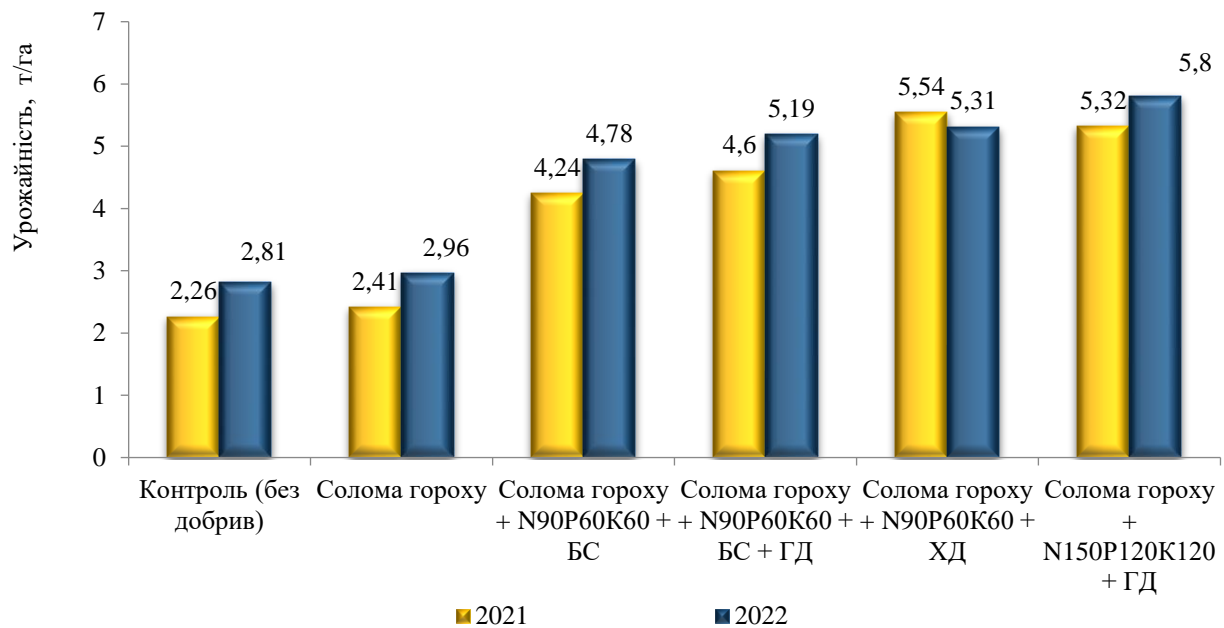


Рис. 2. Урожайність пшениці озимої за біологізованих систем удобрення

Висновки. Таким чином з'ясовано, що використання біологізованих систем удобрення позитивно вплинуло на вміст хлорофілів ($a + b$), чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність пшениці озимої.

Вміст суми хлорофілів ($a + b$) виявився найвищим у фазі цвітіння та молочно-воскової стиглості (варіанти

внесення соломи гороху + N₉₀P₆₀K₆₀ + BC + ГД або обробка рослин ХД) – 3,62–3,38 та 3,78–3,64 мг/г сирової речовини. Це зумовило зростання кількості зерен у колосі та маси 1000 зерен до 36,1–40,5 г, що виразилося у збільшенні зернової продуктивності культури до 4,60–5,54 т/га.

Список використаної літератури

1. Богдан М. М., Карпенко В. П., Гуляєва Г. Б. Вплив комплексних хелатних добрив на функціональну активність тканин коренів і зернову продуктивність рослин пшениці м'якої озимої. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 37–42.
2. Вміст фотосинтетичних пігментів у рослинах пшениці полби як критерій продуктивності за традиційної та органічної технологій вирощування / І. В. Короткова та ін. *Innovative Biosystems and Bioengineering: international scientific e-journal*. 2022. V. 6, No. 1. P. 31–39.
3. Вплив біологічно активних речовин і мікроелементів на здатність озимої пшениці використовувати фосфор трикальційфосфату / О. Є. Давидова та ін. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 43, № 4. С. 307–315.
4. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. *Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів*. Київ, 2003. 320 с.
5. Гуляєв Б. І. *Екофізіологія фотосинтезу: досягнення, стан та перспективи досліджень*.

References

1. Bohdan M. M., Karpenko V. P., Huliaieva H. B. The influence of complex chelated fertilizers on the functional activity of root tissues and grain productivity of soft winter wheat plants. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2015. No 1. P. 37–42.
2. The content of photosynthetic pigments in spelled wheat plants as a criterion of productivity under traditional and organic growing technologies / I. V. Korotkova et al. *Innovative Biosystems and Bioengineering: international scientific e-journal*. 2022. Vol. 6, No 1. P. 31–39.
3. The influence of biologically active substances and trace elements on the ability of winter wheat to use tricalcium phosphate phosphorus / O. Ye. Davydova et al. *Fiziologija i biokhimiya kul'turnyh rastenij*. 2011. Vol. 43, No 4. P. 307–315.
4. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., Karpenko V. P. *Methods of biological and agrochemical research of plants and soils*. Kyiv, 2003. 320 p.
5. Huliaiev B. I. *Ecophysiology of photosynthesis: achievements, state and prospects of research*.

Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. С. 60–74.

6. Зависимость между фотосинтетической активностью и содержанием сахаров во флаговом листе в конце налива зерна у контрастных по продуктивности сортов озимой пшеницы при разном уровне минерального питания / В. В. Франтичук и др. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46, № 6. С. 473–481.

7. Зв'язок вмісту хлорофілу в листках і хлорофільного індексу посівів озимої пшениці в період наливання зерна з урожайністю / Г. О. Прядкіна та ін. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47, № 2. С. 167–174.

8. Зв'язок показників активності фотосинтетичного апарату озимої пшениці з урожайністю за дії хелатованих мікродобрив / О. С. Капітанська та ін. *Физиология растений и генетика*. 2016. Т. 48, № 6. С. 530–537.

9. Зміни елементного складу рослин пшениці озимої за дії Мегафолу та ретардантів / І. М. Мірошніченко та ін. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2017. Т. 3, № 8. С. 403–409.

10. Крупа Н. М., Кірізій Д. А. Депонувальна функція стебла як складова продукційного процесу озимої пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 43, № 4. С. 324–331.

11. Крупа Н. М. Фотосинтез, донорно-акцепторні відносини і продуктивність рослин пшениці. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія : Біологія*. 2013. № 2. С. 20–31.

12. Кудрявицька А. М. Вплив тривалого застосування добрив на продуктивність фотосинтезу та врожайність пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2016. Т. 94, Вип. 4. С. 24–27.

13. Моргун В. В., Кірізій Д. А. Перспективи та сучасні стратегії поліпшення фізіологічних ознак пшениці для підвищення її продуктивності. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2012. Т. 44, № 6. С. 463–483.

14. Моргун В. В., Прядкіна Г. А. Эффективность фотосинтеза и перспективы повышения продуктивности озимой пшеницы. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46, № 4. С. 279–301.

15. Найдьнова О. Є. Застосування гумінового препарату Humin plus в органічному землеробстві. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*. 2015. № 2. С. 39–50.

16. Панфілова А. В. Вплив оптимізації живлення на фотосинтетичну активність посівів та продуктивність сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Матеріали наук. Інтернет-конф. "Інноваційні технології в рослинництві"* (м. Кам'янець-Подільський, м. Миколаїв, 15 трав. 2018 р.). Кам'янець-Подільський, Миколаїв, 2018. С. 142–144.

17. Прядкіна Г. О., Шадчина Т. М. Прогнозування зернової продуктивності озимої пшениці за

Fiziolohiia roslyn v Ukraini na mezhi tysyacholit. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2001. P. 60–74.

6. Relationship between photosynthetic activity and sugar content in the flag leaf at the end of grain filling in winter wheat varieties with contrasting productivity at different levels of mineral nutrition / V. V. Frantijchuk et al. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2014. Vol. 46, No 6. P. 473–481.

7. The relationship between the content of chlorophyll in leaves and the chlorophyll index of winter wheat crops during the grain pouring period with yield / H. O. Priadkina et al. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2015. Vol. 47, No 2. P. 167–174.

8. The relationship between indicators of the activity of the photosynthetic apparatus of winter wheat and yield under the action of chelated microfertilizers / O. S. Kapitanska et al. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2016. Vol. 48, No 6. P. 530–537.

9. Changes in the elemental composition of winter wheat plants under the influence of Megafol and retardants / I. M. Miroshnychenko et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2017. Vol. 3, No 8. P. 403–409.

10. Krupa N. M., Kirizii D. A. The storage function of the stem as a component of the production process of winter wheat. *Fiziologija i biokhimiya kul'turnyh rastenij*. 2011. Vol. 43, No 4. P. 324–331.

11. Krupa N. M. Photosynthesis, source-sink relations and productivity of wheat plants. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serie : Biolohiia*. 2013. No 2. P. 20–31.

12. Kudriavtyska A. M. The effect of long-term application of fertilizers on the productivity of photosynthesis and yield of spring wheat. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. Vol. 94, Iss. 4. P. 24–27.

13. Morgun V. V., Kirizii D. A. Prospects and modern strategies for improving the physiological characteristics of wheat to increase its productivity. *Fiziologija i biokhimiya kul'turnyh rastenij*. 2012. Vol. 44, No 6. P. 463–483.

14. Morgun V. V., Prjadkina G. A. Efficiency of photosynthesis and prospects for increasing the productivity of winter wheat. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2014. Vol. 46, No 4. P. 279–301.

15. Naidonova O. Ye. Application of the humic preparation Humin plus in organic farming. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V. V. Dokuchaieva. Serii: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv*. 2015. No 2. P. 39–50.

16. Panfilova A. V. The influence of nutrition optimization on the photosynthetic activity of crops and the productivity of winter wheat varieties in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Materialy nauk. Internet-konf. "Innovatsiini tekhnolohii v roslinnyctvi"* (m. Kamianets-Podilskyi, m. Mykolaiv, 15 trav. 2018 r.). Kamianets-Podilskyi, Mykolaiv, 2018. P. 142–144.

17. Priadkina H. O., Shadchyna T. M. Prediction of winter wheat grain productivity based on leaves'

хлорофілним фотосинтетичним потенціалом листків. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42, № 1. С. 50–61.

18. Прядкина Г. О., Шадчина Т. М. Связь между показателями мощности развития фотосинтетического аппарата и зерновой продуктивностью озимой пшеницы в разные по погодным условиям годы. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2009. Т. 41, № 2. С. 413–419.

19. Регуляція фотосинтезу і продуктивності рослин: фізіологічні та екологічні аспекти / Т. М. Шадчина та ін. Київ, 2006. 384 с.

20. Соколовська-Сергієнко О. Г., Прядкіна Г. О., Капітанська О. С. Активність фотосинтетичного апарату та продуктивність озимої пшениці за обробки хелатованим мікродобривом і стимулятором росту. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47, № 4. С. 321–329.

21. Соколовська-Сергієнко О. Г., Кірізій Д. А. Інтенсивність фотосинтезу та активність супероксиддисмутази хлоропластів прапорцевих листків пшениці в період наливання зерна. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42, № 1. С. 67–72.

22. Стасик О. О., Кірізій Д. А. Регуляторні зв'язки і лімітувальні чинники в системі фотосинтезу – продуційний процес та перспективи їх оптимізації. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 43, № 3. С. 226–238.

23. Стасик О. О., Киризий Д. А., Прядкина Г. О. Фотосинтез и проблемы повышения продуктивности растений. *Физиология растений и генетика*. 2013. Т. 45, № 6. С. 501–516.

24. Стасик О. О., Кірізій Д. А., Прядкіна Г. О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Физиология растений и генетика*. 2021. Т. 53, № 2. С. 160–184.

25. Стасик О. О., Киризий Д. А., Прядкина Г. А. Фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных растений. *Физиология растений и генетика*. 2016. Т. 48, № 3. С. 232–251.

26. Формування якості зерна пшениці озимої залежно від системи удобрення за різних погодних умов / С. І. Попов та ін. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2014. № 17. С. 50–59.

27. Шадчина Т. М., Прядкіна Г. О., Моргун В. В. Зв'язок між характеристиками фотосинтетичного апарату та зерновою продуктивністю у різних сортів озимої пшениці. *Достижения и проблемы генетики, селекции и биотехнологии* : зб. наук. пр. 2007. Т. 2. С. 410–415.

28. Шакалій С. М. Якість зерна пшениці м'якої озимої за використання позакореневого підживлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 1. С. 76–84.

29. Araus J. L., Sanchez-Bragado R., Vicente R. Improving crop yield and resilience through optimization

chlorophyll photosynthetic potential. *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij*. 2010. Vol. 42, No 1. P. 50–61.

18. Prjadkina G. O., Shadchina T. M. The relationship between the indicators of the power of development of the photosynthetic apparatus and the grain productivity of winter wheat in different years according to weather conditions. *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij*. 2009. Vol. 41, No 2. P. 413–419.

19. Regulation of photosynthesis and plant productivity: physiological and ecological aspects / T. M. Shadchyna et al. Kyiv, 2006. 384 p.

20. Sokolovska-Serhiienko O. H., Priadkina H. O., Kapitanska O. S. Activity of the photosynthetic apparatus and productivity of winter wheat after treatment with chelated microfertilizer and growth stimulator. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2015. Vol. 47, No 4. P. 321–329.

21. Sokolovska-Serhiienko O. H., Kirizii D. A. Intensity of photosynthesis and activity of superoxide dismutase of chloroplasts of flag leaves of wheat during the grain filling period. *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij*. 2010. Vol. 42, No 1. P. 67–72.

22. Stasyk O. O., Kirizii D. A. Regulatory relationships and limiting factors in the system photosynthesis – production process and prospects for their optimization. *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij*. 2011. Vol. 43, No 3. P. 226–238.

23. Stasyk O. O., Kirizij D. A., Prjadkina G. O. Photosynthesis and problems of increasing plant productivity. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2013. Vol. 45, No 6. P. 501–516.

24. Stasyk O. O., Kirizii D. A., Priadkina H. O. Photosynthesis and productivity: main scientific achievements and innovations. *Fiziologija roslin i henetyka*. 2021. Vol. 53, No 2. P. 160–184.

25. Stasyk O. O., Kirizij D. A., Prjadkina G. O. Photosynthesis and productivity of agricultural plants. *Fiziologija rastenij i genetika*. 2016. Vol. 48, No 3. P. 232–251.

26. Formation of winter wheat grain quality depending on the fertilization system under different weather conditions / S. I. Popov et al. *Visnyk Tsentru naukovoho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti*. 2014. No 17. P. 50–59.

27. Shadchyna T. M., Priadkina H. O., Morhun V. V. The relationship between the characteristics of the photosynthetic apparatus and grain productivity in different varieties of winter wheat. *Dosiahnennia i problemy henetyky, selektsii i biotekhnolohii* : zб. nauk. pr. 2007. Vol. 2. P. 410–415.

28. Shakalii S. M. Grain quality of soft winter wheat with the use of foliar fertilization in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2017. No 1. P. 76–84.

29. Araus J. L., Sanchez-Bragado R., Vicente R. Improving crop yield and resilience through optimization of photosynthesis: panacea or pipe dream? *Journal of*

of photosynthesis: panacea or pipe dream? *Journal of Experimental Botany*. 2021. V. 72, No 11. P. 3936–3955.

30. Bojović B. M., Stojanović J. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. *Archives of Biological Sciences*. 2005. V. 57, No 4. P. 283–290.

31. Kuiper P. J. Adaptation mechanisms of green plants to environmental stress: The role of plant sterols and the phosphatidyl linolenoyl cascade in the functioning of plants and the response of plants to global climate change. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1998. V. 851, No 1. P. 209–215.

32. Kutasy E., Csajbók J., Borbely E. H. Relations between yield and photosynthetic activity of winter wheat varieties. *Cereal Research Communications*. 2005. V. 33, No 1. P. 173–176.

33. Mineral-ecological cropping systems – a new approach to improve ecosystem services by farming without chemical synthetic plant protection / B. Zimmermann et al. *Agronomy*. 2021. V. 11, No 9. P. 1710–1741.

34. Plant hormone cytokinin at the crossroads of stress priming and control of photosynthesis / M. Hudeček et al. *Frontiers in Plant Science*. 2023. V. 13. P. 1103088–1103097.

Experimental Botany. 2021. Vol. 72, No 11. P. 3936–3955.

30. Bojović B. M., Stojanović J. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. *Archives of Biological Sciences*. 2005. Vol. 57, No 4. P. 283–290.

31. Kuiper P. J. Adaptation mechanisms of green plants to environmental stress: The role of plant sterols and the phosphatidyl linolenoyl cascade in the functioning of plants and the response of plants to global climate change. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1998. Vol. 851, No 1. P. 209–215.

32. Kutasy E., Csajbók J., Borbely E. H. Relations between yield and photosynthetic activity of winter wheat varieties. *Cereal Research Communications*. 2005. Vol. 33, No 1. P. 173–176.

33. Mineral-ecological cropping systems – a new approach to improve ecosystem services by farming without chemical synthetic plant protection / B. Zimmermann et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, No 9. P. 1710–1741.

34. Plant hormone cytokinin at the crossroads of stress priming and control of photosynthesis / M. Hudeček et al. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 13. P. 1103088–1103097.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-5

Оригінальна наукова стаття

УДК:635.633.632.575

**ДЖЕРЕЛА СТІЙКОСТІ
ДО НАСІННЕВОГО ДОВГОНОСИКА (*BRUCHUS SSP.*)
КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ КОРМОВИХ БОБІВ (*VICIA FABA L.*)****М. С. Галан, Ю. А. Лісова, Р. М. Гук**

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

Про авторів:

Михайло ГАЛАН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-8852-9774

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

Руслана ГУК,
науковий співробітник

Для листування:

Михайло ГАЛАН
e-mail: 231252@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
22 червня 2023 р.
Погоджено до друку:
6 жовтня 2023 р.

Насінневі довгоносики (*Bruchus spp.*) є основними шкідниками бобів, спричиняючи втрати врожаю та погіршуючи товарний вигляд. У кормових бобів (*Vicia faba L.*) досі не виявлено повністю стійких зразків. Таким чином, скринінг колекцій зародкової плазми з генетичним різноманіттям необхідний для успішного виявлення джерел резистентності. У цій роботі ми провели скринінг колекції зародкової плазми кормових бобів з метою виявлення джерел стійкості до насінневих довгоносиків.

Виявлено джерела стійкі до ураження насіння брухусом (до 25 %), зокрема зразки: IZT 00367 Переможець (12 %); IZT 00353 Візир (8 %); IZT 00275 Марія (20 %); IZT 00350 Krapphauser Acker tohne (11 %); IZT 00294 WBR 3 (18 %); IZT 00344 Horse bean (13 %); IZT 00242 ILB 1266 (17 %); IZT 00259 – місцевий зразок з України (20 %); IZT 00273 (25 %) – місцевий зразок з України. Показано, що жоден генотип не виявив повної стійкості, тому є важливим селекційне нагромадження генів стійкості, які забезпечують і формують різні механізми стійкості.

Вказані вище зразки можна використовувати як вихідний матеріал в програмах селекції бобів на створення стійких сортів, що зробить їх більш привабливими та придатними для сталого сільського господарства з обмеженим використанням пестицидів.

Оскільки відомо, що личинки брухуса уражують боби та насіння на ранніх стадіях їх розвитку, що може впливати на формування насіння та врожай ми провели кореляційний аналіз зв'язків ступеня ураження насіння на стадії виходу брухидів з насіння й урожайністю насіння та його структурою.

Встановлено, що кореляційна залежність є середньою і зворотною між ураженням насіння та кількістю бобів ($r = -0,69$) та ураженням насіння та кількістю насінин на рослинах ($r = -0,64$), є слабкою і зворотною між рівнем ураження насіння та масою насіння на рослині ($r = -0,13$) та врожаєм насіння ($r = -0,20$). Зроблено припущення, що відбір джерел зразків з високою врожайністю насіння та селекція кормових бобів на високу врожайність повинні позитивно впливати на обмеження рівня ураження брухусом у нових сортів.

Ключові слова: кормові боби (*Vicia faba L.*), стійкість до насінневого довгоносика (*Bruchus spp.*), ураженість насіння, джерела ознак, кореляційна залежність.

Sources of resistance to seed weevils (*Bruchus* spp.) of collection samples of forage beans (*Vicia faba* L.)

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

About authors:

Mykhailo HALAN
ORCID: 0000-0001-8852-9774

Yuliia LI SOVA
ORCID: 0000-0002-1761-0441

Ruslana HUK

For corresponding:
Mykhailo HALAN
e-mail: 231252@ukr.net

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
June 22, 2023
Accepted:
October 6, 2023

Seed weevils (*Bruchus* spp.) are major pests of beans, causing yield losses and poor marketability. In fodder beans (*Vicia faba* L.), no completely resistant samples have yet been found. Thus, screening of germplasm collections with genetic diversity is necessary to successfully identify sources of resistance. In this work, we screened a collection of fodder bean germplasm to identify sources of resistance to seed weevils.

Sources resistant to bruchus seed damage (up to 25 %) were identified, in particular samples: IZT 00367 Peremozhets (12 %); IZT 00353 Vizyr (8 %); IZT 00275 Maria (20 %); IZT 00350 Krapphauser Acker tohne (11 %); IZT 00294 WBR 3 (18 %); IZT 00344 Horse bean (13 %); IZT 00242, ILB 1266 (17 %); IZT 00259 – local sample from Ukraine (20 %); IZT 00273 – local sample from Ukraine (25 %). It was shown that no genotype showed complete resistance, therefore selective accumulation of resistance genes, which provide and form various resistance mechanisms, is important.

The above samples can be used as starting material in bean breeding programs to create resistant varieties, which will make them more attractive and suitable for sustainable agriculture with limited use of pesticides.

Since it is known that bruchus larvae infect beans and seeds in the early stages of their development, which can affect seed formation and yield, we conducted a correlation analysis of the relationship between the degree of seed damage at the stage of emergence of bruchids from the seed and seed yield and its structure.

It was established that the correlation dependence is medium and inverse between seed damage and the number of beans ($r = -0.69$) as well as between seed damage and the number of seeds on plants ($r = -0.64$), weak and inverse between the level of seed damage and the weight of seeds per plant ($r = -0.13$) and seed yield ($r = -0.20$). It is assumed that the selection of sources of samples with high seed yield and the selection of fodder beans for high yield should have a positive effect on limiting the level of bruchid damage in new varieties.

Keywords: fodder beans (*Vicia faba* L.), resistance to seed weevil (*Bruchus* spp.), seed damage, sources of symptoms, correlation dependence.

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

Вступ. Виробництво місцевих рослинних білків має важливе значення для стійкості систем рослинництва, і очікується, що інтерес до них зросте в найближчі десятиліття, враховуючи численні переваги, які вони надають системам рослинництва, навколишньому середовищу та екосистемам. Бобові є потенційними кандидатами для сприяння місцевому виробництву рослинного білка. Одним із таких прикладів є кормові боби

(*Vicia faba* L.). Посіви кормових бобів забезпечують багато переваг для навколишнього середовища, зменшуючи потребу в азотних добривах і, таким чином, зменшуючи викиди парникових газів, пов'язані з їх виробництвом [12]. Крім того, вирощування бобів в сівозміні покращує врожайність наступних культур, запобігає та обмежує поширення шкідників і хвороб, а також сприяє корисним організмам, таким як запилювачі

або природні вороги членистоногих шкідників, завдяки їхнім великим квітковим ресурсам [20].

Боби використовуються в якості їжі і корму. Застосування в їжу включає вживання насіння (цілих або очищених) у традиційних стравах (особливо в середземноморських країнах). Трансформація та розробка нових продуктів у харчовій промисловості є ще однією можливістю використання насіння бобів у харчових продуктах, надаючи альтернативу традиційним тваринним білкам. Низький вміст ліпідів сприяє екстракції білків, що призводить до підвищення технологічної якості білків. Корми використовують для годування свиней, птиці та великої рогатої худоби.

Незважаючи на ці переваги, вирощування та виробництво насіння кормових бобів піддається соціологічним, технічним і матеріально-технічним обмеженням. Найбільшим обмеженням у використанні насіння бобів як їжі є зараження *Bruchus* spp. Цю групу шкідників, які спустошують боби, зазвичай називають бобовими довгоносиками або брухидами, і включають п'ять видів, а саме: *Bruchus affinis* Frölich, 1799; *Bruchus atomarius* (Linnaeus, 1761); *Bruchus brachialis* Fåhraeus, 1839; *Bruchus rufimanus* Boheman, 1833 та *Bruchus pisorum* (Linnaeus, 1758). *Bruchus rufimanus* є найпоширенішим видом у посівах бобів [8]. Усі п'ять видів є олігофагами, життєвий цикл яких значною мірою залежить від фенології рослини-господаря та кліматичних умов. Дорослі особини зимують у репродуктивній діпаузі в лісистих місцях і колонізують квітучі культури навесні, коли температура перевищує 15 °C [4]. Особини досягають статевої зрілості коли рослина кормового бобу цвіте, а розмноження відбувається приблизно через два тижні після польової колонізації при температурі близько 20 °C. Вагітні самки відкладають яйця на щойно сформованих стручках, а личинки, що вилуплюються, безпосередньо проходять через весь постембріональний розвиток,

включаючи чотири личинкові стадії (L1–L4) і стадію німфи, які проходять всередині насіння і тривають приблизно 100 днів. Більшість дорослих особин з'являється після збирання сухого насіння [7]. Дорослі особини, що з'явилися, не завдають подальшої шкоди насінню, яке зберігається, оскільки самки не можуть відкладати яйцеклітини на сухе насінні [13]. Дорослі особини зимують у репродуктивній діпаузі до наступної весни, коли почнеться цвітіння бобів [17].

Брухіди завдають як якісної, так і кількісної шкоди насінню, включаючи зменшення маси насіння через споживання ендосперму личинками, що розвиваються. Це зменшення коливається від 5,0 % до 9,4 % від маси сухого насіння [6, 22]. Розвиток личинок також знижує поживну цінність і органолептичні властивості насіння, викликані накопиченням відходів комах, таких як урати [17]. Естетична якість також сильно змінюється через пошкодження насіннєвої оболонки дорослими особинами, що з'являються. Крім того, перфороване насіння більш сприйнятливим до грибової інфекції в сховищах або в полі після посіву [31].

Сьогодні боротьба з насіннєвими довгоносиками кормових бобів значною мірою залежить від використання хімічних інсектицидів. Однак велика кількість з них була заборонена, оскільки вони негативно впливають на навколишнє середовище, людей і нецільові організми, включаючи запилювачів. Післязбиральна обробка необхідна для обмеження появи дорослих довгоносиків із середини насіння, що зберігаються, і для дотримання вимог ринку, які забороняють присутність живих комах у зерні для експорту. Були спроби біологічного контролю за допомогою хижаків і паразитоїдів [22] або шляхом застосування ефірних олій рослин [11, 19, 22]. Крім того, також застосовувалися агрономічні заходи [7]. Тим не менш, їх ефективність обмежена, і їх використання у великих виробничих зонах передбачає значні економічні інвестиції.

У цьому контексті виведення стійких сортів є найбільш відповідним підходом для досягнення тривалого та ефективного рівня стійкості, який відповідає вимогам агропродовольчого сектору та сприяє сталому сільському господарству. Однак досі не створено стійких сортів кормових бобів. Стійкість до брухиду вивчалася на інших бобових культурах, де дикі родичі є основним джерелом стійкості [9]. Проте, деякі джерела резистентності також були виявлені у культивованих видів, таких як: *Vigna mungo* (L.) [3], *Cicer arietinum* L. (нут) [24, 28], *Phaseolus vulgaris* L. (квасоля звичайна) [3], *Vigna unguiculata* (L.) (вігна) [2, 23], *Pisum sativum* L. (горох) [5, 10]. У кормових бобів (*Vicia faba* L.) досі не виявлено повністю стійких зразків [26, 27]. Таким чином, скринінг колекцій зародкової плазми з генетичним різноманіттям необхідний для успішного виявлення

джерел резистентності. У цій роботі ми провели скринінг колекції зародкової плазми бобів з метою виявлення джерел стійкості до насінневих довгоносиків.

Матеріали і методи. Колекція зародкової плазми кормових бобів, яка доступна в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН та Національному центрі генетичних ресурсів рослин України станом на 01.01.2023 р. складається з 414 зразків зокрема: *V. faba* subsp. *faba* var. *equina* Pers., *V. faba* subsp. *faba* var. *minor* Peterm., *V. faba* subsp. *faba* var. *major* Harz., 34 з яких вивчались у 2014–2016 рр. та 30 у 2017 р. за ознаками врожайності та ураження насіння брухосом.

Метеорологічні умови польових досліджень показані в таблиці 1.

1. Метеорологічні дані (Гідрометеоцентр, м. Львів, Львівська гідрогеологомеліоративна станція, пункт спостереження – Оброшине)

Показники	1	2	3	За міс.	1	2	3	За міс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2014								
	травень				червень			
Температура, °C	11,8	13,2	17,6	14,2	17,1	15,7	16,0	16,2
норма	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
опад, мм	4,4	86,7	38,3	129,4	29,1	1,8	20,7	51,6
норма	24	30	31	85	30	30	33	93
	липень				серпень			
Температура, °C	19,2	20,6	21,5	20,4	22,1	18,6	14,9	18,5
норма	16,7	18,2	17,5	17,5	18,2	16,8	15,8	16,9
опад, мм	73,7	9,8	16,0	99,5	5,0	26,0	44,9	75,9
норма	32	33	37	102	29	29	24	82
2015								
	травень				червень			
Температура, °C	13,3	13,2	13,7	13,4	19,6	17,7	16,1	17,8
норма	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
опад, мм	21,2	4,6	82,8	108,6	0,6	26,8	14,9	42,3
норма	24	30	31	85	30	30	33	93
	липень				серпень			
Температура, °C	20,6	18,2	20,1	19,9	23,5	22,4	20,5	22,1
норма	16,7	18,2	17,5	17,5	18,2	16,8	15,8	16,9
опад, мм	14,1	47,7	25,6	87,4	0,0	0,0	1,1	1,1
норма	32	33	37	102	29	29	24	82

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2016								
	травень				червень			
Температура, °С	13,5	11,9	18,1	14,5	16,1	18,6	21,5	18,7
норма	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
опад, мм	7,3	18,7	32,1	58,1	2,6	40,1	19,8	62,5
норма	24	30	31	75	30	30	33	93
	липень				серпень			
Температура, °С	18,3	19,2	21,0	19,5	20,1	16,2	19,6	18,6
норма	16,7	18,2	17,5	17,5	18,2	16,8	15,8	16,9
опад, мм	9,0	56,7	0,9	66,6	3,3	22,3	1,2	26,8
норма	32	33	37	102	29	29	24	82

Насіння бобів висівали на ділянках (60 шт./діл) вручну під посівну дошку в рядки рядкового посіву (30 см) з відстанню між насіннями в рядку 10 см (довжина рядка 3,0 м). Сівбу проводять без повторень. Стандарт висівали через 10 номерів. Строки посіву – ранні весняні. Попередник – озимий ячмінь, озима пшениця. Обробіток ґрунту – оранка (20–25 см), передпосівна культивування. Внесення добрив: NPK по 30 кг/га під передпосівну культивування.

На дослідних ділянках пестициди й інсектициди не застосовувалися. Боротьба з бур'янами – ручне прополювання. Рослини збирали у снопи в дозрілому стані та

обмолочували. Насіння зберігали при кімнатній температурі протягом 1 місяця для сприяння однорідному розвитку довгоносиків перед їх зберіганням при 4 °С. Сто насінин було випадково відібрано для кількісного визначення відсотка зараження насіння для кожного зразка.

Уражене насіння (%) визначали з набору зі 100 випадково вибраних насінин візуально щоразу для кожного зразка. Для оцінки ураження колекційних зразків використовували універсальну шкалу згідно з методичними рекомендаціями з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культу [1] (табл. 2).

2. Шкала оцінки ураження колекційних зразків кормових бобів

Ступінь ураження	Ураження, %	Бал стійкості	Імунологічна характеристика
Ураження відсутнє	0	0	імунний
Дуже слабке	до 10	8	висока
Слабка	11–25	7	стійкий
Середня	26–50	5	середньо стійкий
Сильна	51–75	3	сприйнятливий
Дуже сильна	75–100	1	дуже сприйнятливий

Насіння вважалося зараженим, якщо воно мало круглі вихідні отвори спричинені дорослою брухідією.

Статистичний обрахунок результатів проводили методами варіаційного аналізу з використанням статистичного пакета Statistica 5.1 for Windows.

Результати та обговорення. Протягом 2014–2016 р. проведена оцінка 34 зразків за ознаками урожайності та ураження насіння брухідами (табл. 3).

3. Характеристика колекційних зразків кормових бобів за ознаками ураження брухідами та урожайністю насіння, 2014–2016 рр.

№ реєстр. IZT	Назва зразка	Різновидність	Країна походження	Ураження насіння зернодом, %				Урожай насіння, г/м ²			
				2014	2015	2016	середнє	2014	2015	2016	середнє
00367	Переможець (ст.)	var.minor	UKR	7	12	24	14	380	231	560	390
00353	Візир	var.minor	UKR	16	7	15	13	400	367	690	486
00268	Bartom	var. major	POL	25	27	53	35	740	457	490	562
00267	Bizon	var. major	POL	51	51	47	50	780	504	510	598
00238	HBP/A/SO/2001	var. minor	SYR	38	15	47	33	740	360	470	523
00274	Узуновские	var. minor	RUS	72	24	50	49	850	310	520	560
00275	Марія	var. minor	RUS	51	19	36	35	680	248	580	503
00350	Krapphauser Acker tohne	var. minor	DEU	37	13	17	22	950	260	440	550
00251	–	var. equina	UKR	93	36	45	58	910	520	460	630
00253	–	var. equina	UKR	48	28	48	41	550	550	350	483
00240	HBP/D/SO/2001	var. equina	SYR	33	26	39	33	740	490	410	547
00257	–	var. equina	UKR	27	25	43	32	890	620	480	663
00252	–	var. equina	UKR	62	27	50	46	875	545	390	603
00246	–	var. equina	UKR	38	40	45	41	680	495	530	568
00241	HBP/E/SO/2001	var. equina	SYR	16	22	55	31	700	150	560	470
00239	HBP/B/SO/2001	var. equina	SYR	37	28	59	41	740	360	440	513
00304	FLIP06-004FB	var. equina	SYR	64	64	75	68	720	405	450	525
00273	–	var. equina	UKR	29	22	24	25	430	470	570	490
00306	FLIP06-006FB	var. equina	SYR	55	25	54	45	690	383	480	518
00294	WBR 3	var. equina	GBR	25	12	39	25	650	526	470	549
00344	Horse bean	var. equina	GBR	7	10	28	15	940	585	470	665
00345	Rastatter Kleinkornige	var. equina	CZE	98	23	51	57	770	515	440	575
00347	Schurigs Pferde tohne	var. equina	DEU	98	19	41	53	920	390	330	547
00262	–	var. major	UKR	25	29	42	32	670	340	540	517
00242	ILB 1266	var. major	ESP	69	12	37	39	990	527	410	642
00278	–	var. major	UKR	100	57	76	78	820	467	380	556
00266	Makler	var. major	POL	41	29	56	42	900	286	400	529
00269	Karmazin	var. major	POL	52	52	76	60	820	386	440	549
00276	–	var. major	UKR	100	49	79	76	810	315	370	498
00259	–	var. equina	UKR	84	12	41	46	710	372	450	511
00270	Jankiel Biale	var. major	POL	94	49	60	68	675	370	350	465
00260	–	var. major	UKR	51	60	69	60	860	490	400	583
00250	–	var. equina	UKR	100	44	64	69	770	435	470	558
середня				52	29	48	43	753	417	460	543
Стандартне відхилення				29	15,6	16,2	17,2	150	110	79	57,7
Помилка вибіркового середнього							3				10
V, %				56	54	34		20	26	17	

У 2014 р. рівень ураження брухідами колекційних зразків був високим і складав в середньому 52 %. Мінливість зразків була значною (коефіцієнт варіації $V = 56 \%$) і коливалась в межах від 7 до 100 %. У 2015 р. ураженість насіння зразків була середньою і складала 29 %, а у 2016 р. високою і складала 48 %. Мінливість за ураженням зразків брухідами була значною (коефіцієнт варіації складав відповідно 54 і 34 %).

Коливання рівня ураження по роках вказує на те, що температура, кількість опадів і максимальна вологість є найвпливовішими кліматичними факторами, що впливають на зараження насіння [15]. Опади та вологість потенційно можуть порушити яйцекладку та відірвати яйця від поверхні коробочок, тоді як високі температури висихають яйця, таким чином знижуючи їх життєздатність [14]. У досліді 2014–2016 рр. сума температур по роках протягом червня-липня (фази цвітіння – досягання) зростала і складала відповідно 36,6; 37,7; 38,2 °C при нормі 34,4 °C. Сума опадів по роках протягом червня-липня складала 129,1; 129,7; 280,8 мм при багаторічній – 195 мм.

Врахування вище вказаних кліматичних параметрів при виборі місця та часу проведення польових експериментів може бути корисним для селекціонерів і дослідників під час відбору на стійкість до брухідів.

Значна мінливість та широкий діапазон рівнів інвазії, що спостерігається серед зразків, свідчить про залучення різних захисних механізмів. Механізми антибіозу та/або антиксенозу, можливо, діяли для запобігання, затримки та/або перешкоджання відкладенню яєць, проникненню стручка та оболонки насіння або розвитку личинок [25]. Серед фізичних або механічних бар'єрів належать товщина, твердість або текстура стручка, які можуть перешкоджати прилипанню яєць і обмежувати доступ до насіння. Оболонка насіння також може перешкоджати

проникненню в насіння, оскільки містить біохімічні захисні бар'єри (алкалоїди, поліфеноли, лектини, інгібітори протеїнази, інгібітори α -амілази тощо), які беруть участь у зниженні фертильності та/або яйцекладки, збільшенні часу розвитку та/або смертності личинок або дорослих особин [9]. Зразки IZT 00367 Переможець (14 %), IZT 00353 Візир (13 %), IZT 00350 Krapphauser Acker tohne (22 %), IZT 00294 WBR 3 (25 %), IZT 00344 Horse bean, IZT 00273 (25 %) – місцевий зразок з України, які показали слабку ступінь ураження могли запускати дуже ранні та/або інтенсивні механізми антибіозу, які перешкоджали личинкам, яким вдалося проникнути в оболонку насіння, розвинути всередині [21]. Висока урожайність насіння та слабкий рівень ураження брухідами вказаних зразків є цінним вихідним матеріалом для селекції.

З метою визначення впливу ураження насіння брухусом на урожайність насіння та його структуру колекційних зразків проведено дослідження в умовах 2017 р. (табл. 4).

Серед зразків кормових бобів, які вивчали є сорти, місцеві сорти та селекційні лінії з різних еколого-географічних регіонів, що належать до різновидностей *var. minor*, *var. major*, *var. equina*. Оскільки відомо, що личинки брухуса уражують боби й насіння на ранніх стадіях їх розвитку, що може впливати на формування насіння та їх урожайність ми провели кореляційний аналіз зв'язків ступеня ураження насіння на стадії виходу брухідів з насіння й урожайністю насіння та його структурою. Встановлено, що кореляційна залежність є середньою і зворотною між ураженням насіння та кількістю бобів ($r = -0,69$) й ураженням насіння та кількістю насінин на рослинах ($r = -0,64$), є слабкою і зворотною між рівнем ураження насіння й масою насіння на рослині ($r = -0,13$) та врожаєм насіння ($r = -0,20$).

4. Характеристика зразків кінських бобів за господарсько-цінними ознаками, 2017 р.

№ IZT	Назва зразка	Різновидність, var.	Країна походження	Ураження насіння зернодом, %	Висота рослин, см $M \pm t_{05m}$	Число бобів, шт./р. $M \pm t_{05m}$	Число насінин, шт./р. $M \pm t_{05m}$	Маса насіння, г/р $M \pm t_{05m}$	Урожайність насіння	
									г/м ²	% до ст.
00284	Sel. F6/1802/2003, Comp, C. Sp+AB	minor	SYR	89	61±11	7±2	16±9	9,5±4,8	475	90
00354	–	major	UKR	93	66±4	5±3	17±6	18,3±7,7	915	173
00358	Жека 5	major	MDA	92	68±7	5±3	10±9	10,4±4,2	520	98
00303	FLIP06-003FB	equina	SYR	87	59±9	6±2	12±7	11,2±6,2	560	106
00286	Sel. F6/1766/2003, Comp, C. Sp+AB-2	equina	SYR	88	71±11	9±3	18±9	9,4±2,0	470	89
00285	Sel. F6/1753/2003, Comp, C. Sp+AB-2	minor	SYR	81	50±3	7±6	13±15	7,6±6,7	380	72
00166	Hurstis Monarch	equine	GBR	70	50±4	4±1	9±1	7,1±2,6	355	67
00368	–	major	UKR	91	51±3	6±3	6±1	6,4±1,3	320	60
00302	FLIP06-002FB	major	SYR	94	47±5	3±3	8±5	9,8±9,6	490	92
00272	–	equina	UKR	88	67±6	5±1	11±3	11,2±1,9	560	106
00360	–	major	ISR	95	62±25	5±5	12±12	12,8±12,1	640	121
00160	–	equina	UKR	83	81±4	7±3	19±8	10,6±3,2	530	0
00165	Міліплатонські	minor	LVA	63	91±5	11±9	28±15	12±4,8	600	113
00190	Vesuvio	equine	ITA	74	96±6	8±6	22±19	15,3±15	765	144
00100	–	equine	UKR	66	90±5	12±3	27±10	12,1±3,0	605	114
00111	Місцеві 4	equine	UKR	89	84±10	9±8	20±9	15±3,0	750	141
00138	–	minor	UKR	92	67±8	3±1	10±4	8,2±3,1	410	77
00171	English Broad	equine	CAN	78	77±5	9±4	25±11	12,9±3,7	645	122
00197	Bakra 4	equine	TUR	79	80±5	10±3	30±8	17,8±11	890	168
00199	Kristall	major	DEU	82	76±13	8±3	20±4	14,1±7,0	705	133
00220	–	equine	UKR	56	79±2	13±4	36±10	14,2±3,8	710	134
00242	ILB 1266	major	ESP	70	74±7	8±6	16±6	11,9±3,1	595	112
00342	Cargo	equine	DNK	61	78±4	8±3	19±11	10,4±7,7	520	98
00364	Whate Windsor	major	POL	95	48±4	3±1	8±3	10,2±6,1	510	96
00361	–	equine	ISR	91	54±7	3±1	8±4	6,1±0,6	305	58
00370	–	major	UKR	88	63±13	5±3	6±3	8,8±1,6	440	83
00136	–	major	UKR	72	62±4	6±3	13±9	8,3±7,0	415	78
00369	–	major	ISR	74	64±6	5±3	8±8	9,7±10,6	485	91
00296	Line 29	equine	SYR	96	52±19	4±3	9±6	6,3±7,4	315	59
00314	FLIP06-014FB	equine	SYR	87	52±7	6±3	9±11	9,7±6,7	485	91
00270	Jankiel Biale, ст.	major	POL	–	–	5±1	15±1	10,7±1	560	–

Таким чином, в результаті досліджень виявлено різні рівні резистентності зразків, які можуть бути спричинені різними типами захисних механізмів, виявлення яких і впровадження в селекційну практику створення стійких сортів зробить їх більш

привабливими та придатними для сталого сільського господарства з обмеженим використанням пестицидів. У цій роботі виявлено різні джерела резистентності, які можна використовувати як вихідний матеріал в програмах селекції бобів. Жоден

генотип не виявив повної стійкості, тому нагромадження генів стійкості, які забезпечують і формують різні механізми стійкості є важливим. Наступні кроки вимагають проведення досліджень спрямованих на визначення того, як успадковується резистентність і які конкретні захисні механізми діють. Широкий діапазон рівнів резистентності, що спостерігався серед досліджених зразків, і той факт, що повна резистентність не виявлена, свідчить про складне успадкування даної ознаки.

Встановлено, що кореляційна залежність вказує на можливість впливу ураження насіння брухусом на формування урожайності насіння та його структури. Враховуючи наявність різних типів захисних механізмів у формуванні стійкості до брухуса відбір джерел зразків з високою врожайністю насіння та селекція на високу врожайність повинні позитивно впливати на обмеження рівня ураження брухусом у нових сортів.

Висновки

В результаті проведених досліджень виявлено високу мінливість за рівнями резистентності до ураження брухідами, які можуть бути спричинені різними типами захисних механізмів у колекційних зразків.

Список використаної літератури

1. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур / Л. Н. Кобизева та ін. 2016. С. 88.
2. Adam J. I., Baidoo P. K. Susceptibility of five cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties to attack by *callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *J. Ghana Sci. Assoc.* 2018. Vol. 10. No 2. P. 85–92. DOI: 10.4314/jgsa.v10i2.18044.
3. Analysis of bruchid resistance in the wild common bean accession G02771: no evidence for insecticidal activity of arcelin 5 / A. Goossens et al. *J. Exp. Bot.* 2000. Vol. 51 (348). P. 1229–1236. DOI:10.1093/jexbot/51.348.1229.
4. Aoudjit, Siham. Bioécologie et diapause reproductrice de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* dans deux parcelles de fève et féverole dans la région de Haizer (Bouira). *Spécialité: Sciences Biologiques Option: Interaction Plantes-Animaux dans les Ecosystèmes Naturels et Cultivés.* 2014. <https://www.ummo.dz/dspace/handle/ummo/1674>.
5. Bean α -amylase inhibitor 1 in transgenic peas (*Pisum sativum*) provides complete protection from pea

Виявлено зразки стійкі до ураження насіння брухусом (7 балів), а саме: IZT 00367 Переможець (12 %); IZT 00353 Візир (8 %); IZT 00275 Марія (20 %); IZT 00350 Krapphauser Acker tohne (11 %); IZT 00294 WBR 3 (18 %); IZT 00344 Horse bean (13 %); IZT 00242 ILB 1266 (17 %); IZT 00259 – місцевий зразок з України (20 %); IZT 00273 – місцевий зразок з України (25 %).

Показано, що жоден з генотипів не був імунним, а тому нагромадження генів стійкості, які забезпечують і формують різні механізми стійкості є важливим.

Встановлено, що кореляційна залежність є середньою і зворотною між ураженням насіння та кількістю бобів ($r = -0,69$) та ураженням насіння та кількістю насінин на рослинах ($r = -0,64$), є слабкою і зворотною між рівнем ураження насіння і масою насіння на рослині ($r = -0,13$) та врожаєм насіння ($r = -0,20$), що вказує на можливість негативного впливу ураження насіння брухусом на формування врожаю насіння та його структури.

Висловлено припущення, що селекція бобів на високу урожайність насіння з використанням стійких до ураження брухусом джерел повинна позитивно впливати на обмеження рівня ураження шкідником нових сортів.

References

1. Methodological recommendations for the study of genetic resources of leguminous crops / L. N. Kobyzieva et al. 2016. P. 88.
2. Adam J. I., Baidoo P. K. Susceptibility of five cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties to attack by *callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *J. Ghana Sci. Assoc.* 2018. Vol. 10. No 2. P. 85–92. DOI: 10.4314/jgsa.v10i2.18044.
3. Analysis of bruchid resistance in the wild common bean accession G02771: no evidence for insecticidal activity of arcelin 5 / A. Goossens et al. *J. Exp. Bot.* 2000. Vol. 51 (348). P. 1229–1236. DOI:10.1093/jexbot/51.348.1229.
4. Aoudjit, Siham. Bioécologie et diapause reproductrice de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* dans deux parcelles de fève et féverole dans la région de Haizer (Bouira). *Spécialité: Sciences Biologiques Option: Interaction Plantes-Animaux dans les Ecosystèmes Naturels et Cultivés.* 2014. <https://www.ummo.dz/dspace/handle/ummo/1674>.
5. Bean α -amylase inhibitor 1 in transgenic peas (*Pisum sativum*) provides complete protection from

weevil (*Bruchus pisorum*) under field conditions / R. L. Morton et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 2000. Vol. 97 (8). P. 3820-3825. Doi: 10.1073/pnas.070054597.

6. Boughdad A. and Laugé G. *Vicia faba* L. seed infestation and losses due to *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in Morocco. *FABIS Newsletter*. 36/37. P. 20–25. <https://www.researchgate.net/publication/229429712>.

7. Breeding food legumes for resistance to storage insect pests: potential and limitations / G. Keneni et al. *Sustainability*. 2011. Vol. 3 (9). P. 1399–1415. <https://doi.org/10.3390/su3091399>.

8. *Bruchidius imbricornis* (Panzer, 1795), *Bruchus occidentalis* Lukjanovitch & Ter-Minassian, 1957 et *Bruchus brachialis* Fähræus, 1839 nouveaux pour la faune belge et données récentes de *Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007 (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) / J.-Y. Bagnée et al. *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie/Bulletin van de Koninklijke Belgische vereniging voor entomologie*. 2021. Vol. 157 (1) P. 34–53. https://www.researchgate.net/publication/353794464_Bruchidius_imbricornis_Panzer_1795_Bruchus_occidentalis_Lukjanovitch_Ter-Minassian_1957_et_Bruchus_brachialis_Fahraeus_1839_nouveaux_pour_la_faune_belge_et_donnees_recentes_de_Bruchidius_siliquastri_D.

9. Bruchid pest management in pulses: past practices, present status and use of modern breeding tools for development of resistant varieties: Bruchid pest management in pulses / S. K. Mishra et al. *Ann. Appl. Biol.* 2018. Vol. 172 (1). P. 4–19. DOI: 10.1111/aab.12401.

10. Clement S. L., Hardie D. C., Elberson L. R. Variation among accessions of *Pisum fulvum* for resistance to pea weevil. *Crop Sci.* 2002. Vol. 42. P. 2167–2173. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.2167>.

11. Comparaison de la composition chimique et l'activité insecticide des huiles essentielles de *Mentha suaveolens* Ehrh. prélevées de deux régions différentes du Maroc contre *Bruchus rufimanus* (Bohman) (Coleoptera: Chrysomelidae) [Comparison of the chemical composition and the insecticidal activity of essential oils of *Mentha suaveolens* Ehrh. collected from two different regions of Morocco, against *Bruchus rufimanus* (Bohman) (Coleoptera: Chrysomelidae)] / S. Amzouar et al. *Int. J. Innov. Appl. Sci.* 2016. Vol. 18 (3). P. 836–845. <http://www.aensi.org/aeb.html>.

12. Ecological services of faba bean / U. Köpke et al. *Field Crops Res.* 2010. Vol. 115. Issue 3. P. 217–233. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.012>.

13. Howe R. W., Currie J. E. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. *Bulletin of Entomological Research*. 1964. Vol. 55. Issue 3. P. 437–477. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485300049580>.

pea weevil (*Bruchus pisorum*) under field conditions / R. L. Morton et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 2000. Vol. 97 (8). P. 3820-3825. Doi: 10.1073/pnas.070054597.

6. Boughdad A. and Laugé G. *Vicia faba* L. seed infestation and losses due to *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in Morocco. *FABIS Newsletter*. 36/37. P. 20–25. <https://www.researchgate.net/publication/229429712>.

7. Breeding food legumes for resistance to storage insect pests: potential and limitations / G. Keneni et al. *Sustainability*. 2011. Vol. 3 (9). P. 1399–1415. <https://doi.org/10.3390/su3091399>.

8. *Bruchidius imbricornis* (Panzer, 1795), *Bruchus occidentalis* Lukjanovitch & Ter-Minassian, 1957 et *Bruchus brachialis* Fähræus, 1839 nouveaux pour la faune belge et données récentes de *Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007 (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) / J.-Y. Bagnée et al. *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie/Bulletin van de Koninklijke Belgische vereniging voor entomologie*. 2021. Vol. 157 (1) P. 34–53. https://www.researchgate.net/publication/353794464_Bruchidius_imbricornis_Panzer_1795_Bruchus_occidentalis_Lukjanovitch_Ter-Minassian_1957_et_Bruchus_brachialis_Fahraeus_1839_nouveaux_pour_la_faune_belge_et_donnees_recentes_de_Bruchidius_siliquastri_D.

9. Bruchid pest management in pulses: past practices, present status and use of modern breeding tools for development of resistant varieties: Bruchid pest management in pulses / S. K. Mishra et al. *Ann. Appl. Biol.* 2018. Vol. 172 (1). P. 4–19. DOI: 10.1111/aab.12401.

10. Clement S. L., Hardie D. C., Elberson L. R. Variation among accessions of *Pisum fulvum* for resistance to pea weevil. *Crop Sci.* 2002. Vol. 42. P. 2167–2173. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.2167>.

11. Comparaison de la composition chimique et l'activité insecticide des huiles essentielles de *Mentha suaveolens* Ehrh. prélevées de deux régions différentes du Maroc contre *Bruchus rufimanus* (Bohman) (Coleoptera: Chrysomelidae) [Comparison of the chemical composition and the insecticidal activity of essential oils of *Mentha suaveolens* Ehrh. collected from two different regions of Morocco, against *Bruchus rufimanus* (Bohman) (Coleoptera: Chrysomelidae)] / S. Amzouar et al. *Int. J. Innov. Appl. Sci.* 2016. Vol. 18 (3). P. 836–845. [aensi.org/aeb.html](http://www.aensi.org/aeb.html).

12. Ecological services of faba bean / U. Köpke et al. *Field Crops Res.* 2010. Vol. 115. Issue 3. P. 217–233. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.012>.

13. Howe R. W., Currie J. E. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. *Bulletin of Entomological Research*. 1964. Vol. 55. Issue 3. P. 437–477. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485300049580>.

14. Identification and multi-environment validation of resistance to pea weevil (*Bruchus pisorum*) in *Pisum*

14. Identification and multi-environment validation of resistance to pea weevil (*Bruchus pisorum*) in *Pisum* germplasm / T. Fernández et al. *J. Pest Sci.* 2017. No 2. P. 505–514. doi.org/10.1007/s10340-017-0925-1.
15. Identification of novel sources of resistance to seed weevils (*Bruchus* spp.) in a faba bean germplasm collection Front / E. Carrillo-Perdomo et al. *Plant Sci.* 2019. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01914.
16. Identification of resistant sources to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* (F.)) in *Vigna* sp. and inheritance of their resistance in black gram (*Vigna mungo* var. *mungo*) / T. K. Dongre et al. *J. Stored Prod. Res.* 1996. Vol. 32. P. 201–204. https://doi.org/10.1016/S0022-474X(96)00028-8.
17. Insectes ravageurs des graines de légumineuses : Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique / J. Huignard et al. Éditions Quae, 2011. 145 p. DOI:10.35690/978-2-7592-1656.
18. Ishimoto M., Chrispeels M. J. Protective Mechanism of the Mexican Bean Weevil against High Levels of α -Amylase Inhibitor in the Common Bean. *Plant Physiol.* 1996. Vol. 111. Issue 2. P. 393–401. https://doi.org/10.1104/pp.111.2.393.
19. Jemâa J. M. B. Essential oil as a source of bioactive constituents for the control of insect pests of economic importance in tunisia screening of factors influencing the efficacy of *Pistacia lentiscus* (L.) essential oil from Tunisia. *Med. Aromat. Plants.* 2014. Vol. 3. 158. DOI:10.4172/2167-0412.1000158.
20. Jensen E. S., People M. B., Hauggaard-Nielsen H. Faba bean in cropping systems. *Field Crops Res.* 2010. Vol. 115 (3). P. 203–216. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.10.008.
21. Macel M., Dam N. M. V. Metabolomics of plant resistance to insects. In book: *The Biology of Plant-Insect Interactions.* 2018. P. 129–149. DOI: 10.1201/9781315119571-7.
22. Protective effects of three *Artemisia* essential oils against *Callosobruchus maculatus* and *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Chrysomelidae) and the extended side-effects on their natural enemies / F. Titouhi et al. 2017. *J. Stored Prod. Res.* Vol. 72. P. 11–20. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.02.007.
23. Redden R., Dobie P., Gatehouse A. The inheritance of seed resistance to *Callosobruchus maculatus* F. in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). I. Analyses of parental, F 1, F 2, F 3 and backcross seed generations. *Aust. J. Agric. Res.* 1983. Vol. 34 (6). P. 681–696. DOI: 10.1071/AR9830681.
24. Resistência a bruquídeos, composição em ácidos graxos e qualidade de cozimento das sementes em genótipos de grão-de-bico / I. Athiepacheco et al. *Tecnologia Pós-Colheita.* Bragantia, 1994. Vol. 53 (1). P. 61–74. https://doi.org/10.1590/S0006-87051994000100007.
25. Seed coat tannins and bruchid resistance in stored cowpea seeds / V. Lattanzio et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2005. Vol. 85 (5). P. 839–846. DOI: 10.1002/jsfa.2024.
26. Seidenglanz M., Huňady I. Effects of faba bean (*Vicia faba*) varieties on the development o *Bruchus* germplasm / T. Fernández et al. *J. Pest Sci.* 2017. No 2. P. 505–514. doi.org/10.1007/s10340-017-0925-1.
15. Identification of novel sources of resistance to seed weevils (*Bruchus* spp.) in a faba bean germplasm collection Front / E. Carrillo-Perdomo et al. *Plant Sci.* 2019. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01914.
16. Identification of resistant sources to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* (F.)) in *Vigna* sp. and inheritance of their resistance in black gram (*Vigna mungo* var. *mungo*) / T. K. Dongre et al. *J. Stored Prod. Res.* 1996. Vol. 32. P. 201–204. https://doi.org/10.1016/S0022-474X(96)00028-8.
17. Insectes ravageurs des graines de légumineuses : Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique / J. Huignard et al. Éditions Quae, 2011. 145 p. DOI:10.35690/978-2-7592-1656.
18. Ishimoto M., Chrispeels M. J. Protective Mechanism of the Mexican Bean Weevil against High Levels of α -Amylase Inhibitor in the Common Bean. *Plant Physiol.* 1996. Vol. 111. Issue 2. P. 393–401. https://doi.org/10.1104/pp.111.2.393.
19. Jemâa J. M. B. Essential oil as a source of bioactive constituents for the control of insect pests of economic importance in tunisia screening of factors influencing the efficacy of *Pistacia lentiscus* (L.) essential oil from Tunisia. *Med. Aromat. Plants.* 2014. Vol. 3. 158. DOI:10.4172/2167-0412.1000158.
20. Jensen E. S., People M. B., Hauggaard-Nielsen H. Faba bean in cropping systems. *Field Crops Res.* 2010. Vol. 115 (3). P. 203–216. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.10.008.
21. Macel M., Dam N. M. V. Metabolomics of plant resistance to insects. In book: *The Biology of Plant-Insect Interactions.* 2018. P. 129–149. DOI: 10.1201/9781315119571-7.
22. Protective effects of three *Artemisia* essential oils against *Callosobruchus maculatus* and *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Chrysomelidae) and the extended side-effects on their natural enemies / F. Titouhi et al. 2017. *J. Stored Prod. Res.* Vol. 72. P. 11–20. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.02.007.
23. Redden R., Dobie P., Gatehouse A. The inheritance of seed resistance to *Callosobruchus maculatus* F. in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). I. Analyses of parental, F 1, F 2, F 3 and backcross seed generations. *Aust. J. Agric. Res.* 1983. Vol. 34 (6). P. 681–696. DOI: 10.1071/AR9830681.
24. Resistência a bruquídeos, composição em ácidos graxos e qualidade de cozimento das sementes em genótipos de grão-de-bico / I. Athiepacheco et al. *Tecnologia Pós-Colheita.* Bragantia, 1994. Vol. 53 (1). P. 61–74. https://doi.org/10.1590/S0006-87051994000100007.
25. Seed coat tannins and bruchid resistance in stored cowpea seeds / V. Lattanzio et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2005. Vol. 85 (5). P. 839–846. DOI: 10.1002/jsfa.2024.
26. Seidenglanz M., Huňady I. Effects of faba bean (*Vicia faba*) varieties on the development o *Bruchus*

26. Seidenglanz M., Huňady I. Effects of faba bean (*Vicia faba*) varieties on the development of *Bruchus rufimanus*. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2016. Vol. 52 (1). P. 22–29. DOI: 10.17221/122/2015-CJGPB.

27. Seidenglanz M., Huňady I., Sillero J. C. Testing of *Vicia faba* accessions on resistance to bruchids (*Bruchus rufimanus*). Book of abstracts of international conference “*Advances in grain legume breeding, cultivation and uses for a more competitive value chain*”. Novi Sad, 27–28 September 2017. P. 55. http://www.legato-fp7.eu/FinalConference/pdfs/Book_of_abstracts_LEGATO_EUROLEGUME.pdf.

28. Shaheen F. A., Khaliq A., Aslam M. Resistance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars against pulse beetle. *Pak. J. Bot.* 2006. Vol. 38 (4). P. 1237–1244. [pakbs.org/pjbot/PDFs/38\(4\)/PJB38\(4\)1237.pdf](http://pakbs.org/pjbot/PDFs/38(4)/PJB38(4)1237.pdf).

29. Szafirowska A. The role of cultivars and sowing date in control of broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in organic cultivation. *Veg. Crops Res. Bull.* 2012. Vol. 77. P. 29–36. Doi: 10.2478/v10032-012-0013-2.

30. Ward R. L., Smart L. The Effect of Temperature on the Effectiveness of Spray Applications to Control Bean Seed Beetle (*Bruchus rufimanus*) in Field Beans (*Vicia faba*). *Asp. Appl. Biol.* 2011. 106. P. 247–254.

31. Ward R. L. The biology and ecology of *Bruchus rufimanus* (bean seed beetle). 2018. <http://theses.ncl.ac.uk/jspui/handle/10443/4358>.

rufimanus. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2016. Vol. 52 (1). P. 22–29. DOI: 10.17221/122/2015-CJGPB.

27. Seidenglanz M., Huňady I., Sillero J. C. Testing of *Vicia faba* accessions on resistance to bruchids (*Bruchus rufimanus*). Book of abstracts of international conference “*Advances in grain legume breeding, cultivation and uses for a more competitive value chain*”. Novi Sad, 27–28 September 2017. P. 55. http://www.legato-fp7.eu/FinalConference/pdfs/Book_of_abstracts_LEGATO_EUROLEGUME.pdf.

28. Shaheen F. A., Khaliq A., Aslam M. Resistance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars against pulse beetle. *Pak. J. Bot.* 2006. Vol. 38 (4). P. 1237–1244. [pakbs.org/pjbot/PDFs/38\(4\)/PJB38\(4\)1237.pdf](http://pakbs.org/pjbot/PDFs/38(4)/PJB38(4)1237.pdf).

29. Szafirowska A. The role of cultivars and sowing date in control of broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in organic cultivation. *Veg. Crops Res. Bull.* 2012. Vol. 77. P. 29–36. Doi: 10.2478/v10032-012-0013-2.

30. Ward R. L., Smart L. The Effect of Temperature on the Effectiveness of Spray Applications to Control Bean Seed Beetle (*Bruchus rufimanus*) in Field Beans (*Vicia faba*). *Asp. Appl. Biol.* 2011. 106. P. 247–254.

31. Ward R. L. The biology and ecology of *Bruchus rufimanus* (bean seed beetle). 2018. <http://theses.ncl.ac.uk/jspui/handle/10443/4358>.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-6

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.5/.8:633.85“324”

**ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ РІПАКУ ОЗИМОГО
ЗА ПЛИВУ УМОВ ЖИВЛЕННЯ****Л. А. Гарбар¹, Н. І. Довбаш², *В. О. Венгер¹, А. Benselhoub³, А. П. Іваницька⁴**

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041

²Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», вул. Машинобудівників, 2 Б, смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., 08162

³Environmental Research Center (C.R.E), Unnamed Road, Sidi Amar, Annaba, Algeria

⁴Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 02000

Про авторів:

Леся ГАРБАР,

кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-4249-0434

Надія ДОВБАШ,

кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-4741-2657

Василь ВЕНГЕР,

магістр,

науковий керівник Леся Гарбар

ORCID: 0000-0001-8685-8726

Aissa BENSELHOUB,

PhD-Associate Researcher

ORCID: 0000-0001-5891-2860

Алла ІВАНИЦЬКА,

старший науковий співробітник

ORCID: 0000-0003-3987-4728

Для листування:

Леся ГАРБАР

e-mail: garbarl@ukr.net

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки України

Отримано:

4 вересня 2023 р.

Погоджено до друку:

20 вересня 2023 р.

Установлено, що за результатами дослідження проведеними впродовж 2020–2021 рр. на чорноземах опідзолених важливим показником формування продуктивності ріпаку озимого є структура врожаю. Відмічено, що залежно від варіанту удобрення висота кріплення нижніх гілок змінювалася від 26,6 до 37,4 см, кількість сформованих гілок відповідно становила від 5,5 до 7,7 шт. Найбільшу кількість стручків нараховано у гібриду Гладіус – від 104,8 до 125,9 шт., тоді як у гібриду Ксенон – 102,1 – 124,3 шт. Також відмічено, що найбільшу кількість насіння у стручку сформували рослини ріпаку озимого на варіанті за внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$. Так, на зазначеному варіанті у рослин гібриду Ксенон кількість насінин у стручку в середньому становила 21,4 шт. на рослині, для гібриду Гладіус – 22,4 шт. на рослині. Отже, результати досліджень показали, що внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$, відповідно до схеми досліджень, упродовж росту та розвитку рослин ріпаку озимого, забезпечує формування оптимальних показників структури елементів урожаю та урожайності – 3,09–3,25 т/га.

Результати досліджень показали, що застосування добрив за вирощування ріпаку озимого гібридів Гладіус та Ксенон мало позитивний вплив на формування елементів структури врожаю і, відповідно, урожайності. Максимальну врожайність 3,25 т/га було отримано у гібрида Гладіус на варіанті за внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$. Результати статистичної обробки даних дозволяють зробити висновок щодо наявності між основними елементами структури врожаю та урожайності сильного позитивного кореляційного зв'язку.

Ключові слова: гібриди, коефіцієнт кореляції, ріпак озимий, структурні показники рослин, удобрення, урожайність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Гарбар Л. А., Довбаш Н. І., Венгер В. О., Benselhoub, А., Іваницька А. П., 2023

Formation of the structure of the winter rapeseed crop under the influence of nutrition conditions

¹National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, *St. Heroiv Oborony, 15, Kyiv, 03041*

²National Scientific Center "Institute of Agriculture of the NAAS of Ukraine", *St. Mashynobudivnykiv, 2B, vill. Chabany, Fastiv district, Kyiv region, 08162*

³Environmental Research Center (C.R.E), *Unnamed Road, Sidi Amar, Annaba, Algeria*

⁴Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, *St. Henerala Rodymtseva, 15, Kyiv, 02000*

About authors:

Lesia HARBAR

ORCID: 0000-0003-4249-0434

Nadiia DOVBASH

ORCID: 0000-0002-4741-2657

Vasyl VENHER

ORCID: 0000-0001-8685-8726

Aissa BENSELHOUB

ORCID: 0000-0001-5891-2860

Alla IVANYTSKA

ORCID: 0000-0003-3987-4728

For corresponding:

Lesia HARBAR

e-mail: garbarl@ukr.net

Funding information:

Ministry of Education and Science of Ukraine

Received:

September 4, 2023

Accepted:

September 20, 2023

It was established that according to the results of research conducted in 2020–2021 on podzolized chernozems, the structure of the crop is an important indicator of the productivity of winter rapeseed. It was noted that depending on the fertilization option, the height of the attachment of the lower branches varied from 26.6 to 37.4 cm, the number of formed branches, respectively, was from 5.5 to 7.7 pcs. The largest number of pods was counted in the hybrid Gladius from 104.8 to 125.9 pcs., while in the hybrid Xenon – 102.1–124.3 pcs. It was also noted that the largest number of seeds in a pod was formed by winter rapeseed plants on the variant with application of $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$. Thus, in the specified version, the number of seeds in the pod in the plants of the Xenon hybrid was on average 21.4 pcs. per plant, for the Gladius hybrid – 22.4 pcs. on the plant. So, the research results showed that the introduction of $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$, in accordance with the research scheme, during the growth and development of winter rapeseed plants, ensures the formation of optimal indicators of the structure of the crop elements and productivity – 3.09–3.25 t/ha.

The research results showed that the use of fertilizers for the cultivation of gladius and Xenon winter rapeseed hybrids had a positive effect on the formation of elements of the crop structure and, accordingly, yield. The maximum yield of 3.25 t/ha was obtained from the Gladius hybrid on the variant with $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$ application. The results of statistical data processing allow us to draw a conclusion about the presence of a strong positive correlation between the main elements of the crop structure and yield.

Keywords: hybrids, correlation coefficient, winter rapeseed, structural parameters of plants, fertilizers, productivity.

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

Вступ. Актуальними проблемами, що сьогодні турбують людство є глобальна продовольча та енергетична кризи. Вирішення їх можливе лише за інноваційних підходів у виробничих сферах та сільському господарстві. Зміна кліматичних умов на фоні політичної світової кризи спричиняє зростання на попит продукції галузі рослинництва, яка широко використовується як

продовольство, корми, сировина для технічної переробки, біоенергетики. Саме розвиток швидкими темпами біоенергетики спричиняє загострення проблем [5, 9, 11, 25]. Тому, сьогодні надзвичайно актуальним є пошук біоенергетичних культур та удосконалення технологій вирощування вже поширених, які б були здатні забезпечити біоенергетику сировиною [2, 14, 16, 27]. Ріпак належить саме до таких

культур. Крім цього, ріпак озимий є сільськогосподарською культурою, яка має високу конкурентну спроможність завдяки попиту на олії на міжнародному ринку. Отримання додаткових прибутків за вирощування цієї культури, можливе лише за умови пошуку шляхів, які б забезпечили зростання приростів урожаю завдяки максимальній реалізації генетичного потенціалу конкретного сорту чи гібриду [1, 3, 12, 22].

Площі вирощування під ріпаком в Україні зростають. Ріпаку озимому сьогодні віддають перевагу, попри складні умови перезимівлі цієї культури. Аналіз структури посівів свідчить, що ріпак озимий вирощується на площі, що відповідає 85–90 % усієї площі під ріпаками [8, 20].

Реалізація генетичного потенціалу культур визначається рядом чинників, серед яких агрокліматичні умови регіону, сортові характеристики посівного матеріалу, строки сівби, густина посіву, умови живлення, система захисту, собівартість одиниці врожаю. Вагоме значення за формування продуктивності належить правильному підбору сорту та гібриду, який би був адаптований до умов вирощування, тобто був пластичним та стабільним [4, 17, 20, 21, 23, 24, 29]. Серед технологічних заходів багато уваги приділяється умовам живлення культури, які залежать від кількості добрив, які ми вносимо та строків їх внесення. Це пов'язано з тим, що ріпак є культурою досить чутливою до зміни умов мінерального живлення [10, 13, 18].

Саме тому, сьогодні є багато запитань, щодо оптимізації окремих технологічних процесів, зокрема, удобрення ріпаку. Ключовим чинником за визначення норм внесення добрив є забезпеченість ґрунтів рухомими формами основних елементів живлення [15, 26, 28].

Залежно від норми мінеральних добрив величина приросту врожаю може складати 46–60 % [30]. Внесення азотних добрив чинить найбільший ефект на формування продуктивності ріпаку. За вирощування його на чорноземних ґрунтах дозволяє отримати приріст на рівні 40 %.

Меншу ефективність має внесення фосфорних та калійних добрив. Як свідчать літературні джерела, у північно-східній частині Німеччини за повноцінного калійного живлення відмічене підвищення врожайності ріпаку на 0,2–0,3 т/га. Ефективність азотних добрив визначається попередником, вологозабезпеченістю вегетаційного періоду та механічним складом ґрунту [19, 30].

Варто взяти до уваги, що надмірне застосування азотних добрив (120–180 кг/га) спричиняє вилягання та призводить до зниження додаткової продукції на 1 кг азоту, підвищуючи вміст нітратів у насінні [19, 20, 28].

Внесення недостатньої кількості азотних добрив може нівелюватися природними запасами елемента живлення в ґрунті. Існує пряма залежність між показниками вмісту азоту в ґрунті та кількістю внесених добрив у діючій речовині [4, 20, 28].

Фосфор є елементом живлення, який перебуває в тісному зв'язку з вуглеводно-білковим та енергетичним обмінами рослинного організму. Вміст доступного для рослин фосфору визначається гранулометричним складом ґрунту та окремими технологічними способами (строки внесення добрив, їх форма) [4, 20]. Особливе значення сполуки фосфору мають у період проростання насіння та формуванням кореневої системи. Між процесами росту рослин і вмістом у ґрунті сполуки фосфору встановлено тісний взаємозв'язок, підтверджено вмістом його у тканинах, які ростуть [20].

Калій разом із фосфором забезпечує зменшення негативної дії при споживанні рослиною надмірної кількості азоту. Проте, нестача калію знижує фотосинтетичну активність тканин рослини, може спричинити порушення перебігу основних життєво важливих процесів, знижувати стійкість до впливу шкідливих організмів. Важливим є значення елемента у водному режимі рослинних тканин. Дефіцит калію спричиняє пригнічення ростових процесів у рослин [20]. За оптимального забезпечення

калієм посіви ріпаку озимого характеризуються дружнім цвітінням, підвищенням стійкості до вилягання, покращенням процесів водообмін, що дозволяє підвищити продуктивність культури [4].

Метою досліджень було встановлення впливу умов живлення на формування елементів структури врожаю ріпаку озимого гібридів Ксенон та Гладіус.

Матеріали і методи. Польові досліді проводили на чорноземах опідзолених з умістом гумусу 3,56 %. Ґрунт характеризувався низькою забезпеченістю азотом (46,7 мг/кг), середньою – фосфором (59,3 мг/кг) та калієм (123 мг/кг). Дослід двофакторний. Чинник А – варіанти удобрення: $N_{16}P_{38}K_{58}$; $N_{24}P_{57}K_{87}$; $N_{32}P_{76}K_{116}$; $N_{16}P_{38}K_{58} + N_{21}S_{24}$; $N_{24}P_{57}K_{87} + N_{21}S_{24}$; $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$; чинник В – гібриди ріпаку озимого Ксенон та Гладіус.

Повторність досліді чотириразова. Попередник ріпаку озимого – пшениця озима. Висівали ріпак з нормою висіву 500 тис. схожих насінин/га. Площа облікової ділянки – 32 м². Основні елементи живлення вносили у вигляді нітроамофоски $N_8P_{19}K_{29}$ під основний обробіток (кількість визначалася варіантом досліді) та сульфату амонію $N_{21}S_{24}$ – навесні у підживлення.

Визначення елементів структури врожаю проводили методом відбору пробного снопа з кожної ділянки та вимірюванням висоти кріплення нижніх

гілок, визначенням кількості бічних гілок на рослині, стручків та насіння в стручку. Масу 1000 насінин відповідно до ДСТУ 4138-2002.

Облік урожаю здійснювали методом комбайнового обмолоту з площі облікові ділянки. Фактично одержаний урожай перераховували на вологість (8 %) та з урахуванням наявності домішок [6, 7].

Результати та обговорення.

Структура врожаю є важливим показником формування продуктивності ріпаку озимого. Вона включає такі основні параметри: маса 1000 насінин, кількість стручків на 1 рослині та кількість насінин у стручку та визначається ґрунтово-кліматичними умовами, густотою стояння рослин та сортовими особливостями культури. За оптимального співвідношення цих показників, посіви ріпаку озимого здатні максимально реалізувати свій генетичний потенціал.

Показники структури (табл. 1) врожаю є мінливими та залежать від умов, які формують кількісне вираження кожного показника. Для того, аби обґрунтувати показники врожайності, які ми отримали при створенні дослідних варіантів, нами розглянуто її структуру. У даних, які наведені у таблиці можна прослідкувати, як змінювалися структурні елементи ріпаку озимого за впливу різних умов живлення, створених варіантами удобрення.

1. Елементи структури врожаю ріпаку озимого, середнє за 2020–2021 рр.

Показник	Норма мінеральних добрив												V, %
	$N_{16}P_{38}K_{58}$		$N_{24}P_{57}K_{87}$		$N_{32}P_{76}K_{116}$		$N_{16}P_{38}K_{58}+N_{21}S_{24}$		$N_{24}P_{57}K_{87}+N_{21}S_{24}$		$N_{32}P_{76}K_{116}+N_{21}S_{24}$		
	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	Ксенон	Гладіус	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Висота прикріплення нижніх гілок, см	35,6	36,8	26,6	32,8	36,6	31,7	37,4	30,2	37,2	30,4	36,9	29,7	11,09

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Кількість гілок на рослині, шт.	5,5	6,1	6,5	6,3	7,0	7,3	7,1	7,4	7,3	7,6	7,4	7,7	9,83
Кількість стручків на рослині, шт.	102,1	104,8	117,1	114,8	119,2	122,4	120,1	123,5	121,1	124,3	124,3	125,9	6,47
Кількість насіння в стручку, шт.	17,9	18,3	18,4	18,7	20,2	21,1	20,7	21,9	20,9	22,1	21,4	22,4	7,92
Маса 1000 насінин, г	4,65	4,76	5,29	4,96	5,05	5,34	5,02	5,35	5,07	5,37	5,15	5,49	5,00
Маса насіння з рослини, г	8,50	9,13	11,40	10,65	12,16	13,99	12,48	14,47	12,83	14,75	13,51	15,48	17,68

Одним із вагомих чинників, який впливає на формування структури врожаю, є збереженість рослин, яка визначається густиною стояння рослин, площею живлення та висотою кріплення нижніх гілок. Саме густина стояння рослин визначає висоту кріплення нижніх гілок – чим вона менша, тим нижче кріпляться гілки та кількість сформованих стручків.

Висота кріплення нижніх гілок змінювалася від 26,6 до 37,4 см (відмічено середній рівень варіації $V = 11,09\%$). Відповідно кількість гілок, які рослини сформували, становила від 5,5 до 7,7 шт. (рівень варіювання низький $V = 9,83\%$), у залежності від варіанту удобрення.

Кількість стручків на рослинах гібрида Ксенон варіювала від 102,1 до 124,3 шт., Гладіус – 104,8–125,9 шт.

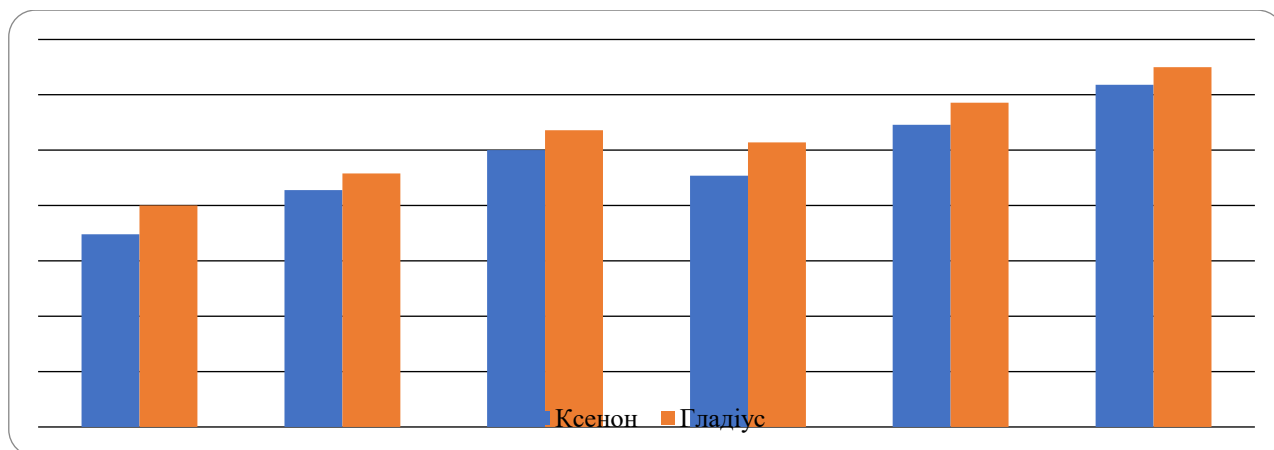
Найбільшу кількість насіння у стручку сформували рослини ріпаку озимого за внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$. Така тенденція прослідковувалася в обох сортів. У рослин гібриду Ксенон кількість

насінин у стручку у середньому становила на зазначеному варіанті – 21,4 шт. на рослині, Гладіус – 22,4 шт. на рослині.

Результати досліджень показали, що внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$, відповідно до схеми досліджень, упродовж росту та розвитку рослин ріпаку озимого, забезпечує формування оптимальної площі листової поверхні, збереженість рослин, накопичення сухої речовини, і як результат, – збільшення урожайності культури (рис. 1).

Результати досліджень показали, що максимальні показники урожайності було отримано у гібрида Гладіус на варіанті за внесення $N_{32}P_{76}K_{116} + N_{21}S_{24}$ 3,41 та 3,25 т/га, за урожайності рослин у гібриду Ксенон – 3,09 т/га.

У результаті проведення кореляційного аналізу між елементами структури врожаю рослин ріпаку озимого та урожайністю були встановлені залежності між показниками, які ми вивчали (табл. 2, 3).



Примітка: фон мінерального живлення (1 – N₁₆P₃₈K₅₈; 2 – N₂₄P₅₇K₈₇; 3 – N₃₂P₇₆K₁₁₆; 4 – N₁₆P₃₈K₅₈ + N₂₁S₂₄; 5 – N₂₄P₅₇K₈₇ + N₂₁S₂₄; 6 – N₃₂P₇₆K₁₁₆ + N₂₁S₂₄). НІР₀₅ для факторів, т/га: для фактора А – 0,12 т/га, В – 0,07 т/га; для взаємодії АВ – 0,3 т/га.

Рис. 1. Урожайність гібридів ріпаку (2020–2021 рр.), т/га

2. Коефіцієнти кореляції між елементами структури врожаю та урожайністю ріпаку озимого гібриду Ксенон

Показники	Висота прикріплення нижніх гілок, см	Кількість гілок на рослині, шт.	Кількість стручків на рослині, шт.	Кількість насіння в стручку, шт.	Маса 1000 насінин, г	Маса насіння з рослини, г	Урожайність, т/га
Висота прикріплення нижніх гілок, см	1,0000						
Кількість гілок на рослині, шт.	-0,4740	1,0000					
Кількість стручків на рослині, шт.	-0,8828	0,8200	1,0000				
Кількість насіння в стручку, шт.	-0,7442	0,7899	0,9144	1,0000			
Маса 1000 насінин, г	-0,7600	0,5456	0,7290	0,4187	1,0000		
Маса насіння з рослини, г	-0,8713	0,7563	0,9998	0,8973	0,7214	1,0000	
Урожайність, т/га	-0,9664	0,6414	0,9572	0,8775	0,7307	0,9523	1,0000

3. Коефіцієнти кореляції між елементами структури врожаю та урожайністю ріпаку озимого гібриду Гладіус

Показники	Висота прикріплення нижніх гілок, см	Кількість гілок на рослині, шт.	Кількість стручків на рослині, шт.	Кількість насіння в стручку, шт.	Маса 1000 насінин, г	Маса насіння з рослини, г	Урожайність, т/га
1	2	3	4	5	6	7	8
Висота прикріплення нижніх гілок, см	1,0000						
Кількість гілок на рослині, шт.	-0,9055	1,0000					

1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість стручків на рослині, шт.	-0,9837	0,9500	1,0000				
Кількість насіння в стручку, шт.	-0,9015	0,9978	0,9442	1,0000			
Маса 1000 насінин, г	-0,9447	0,9851	0,9814	0,9818	1,0000		
Маса насіння з рослини, г	-0,9427	0,9935	0,9766	0,9918	0,9971	1,0000	
Урожайність, т/га	-0,7345	0,7693	0,8055	0,7435	0,8334	0,7941	1,0000

Результати статистичної обробки даних свідчать про наявність між елементами структури урожаю та урожайністю культури як прямого, так і зворотно-кореляційного зв'язку різної сили.

Так, у рослин гібрида Ксенон встановлено сильний кореляційний зв'язок між масою насіння з рослини та кількістю гілок на рослині (0,7563), кількістю стручків на рослині (0,9998), кількістю насінин у стручку (0,8973). Між масою 1000 насінин та масою насіння з рослини коефіцієнт кореляції становив 0,7214, що свідчить також про сильний взаємозв'язок між показниками.

Список використаної літератури

1. Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України / І. С. Волошук та ін. Львів : Сполом, 2017. 212 с.
2. Волошук О. П., Косовська Р. Ю. Насіннева продуктивність і посівні якості ріпаку озимого залежно від норм висіву насіння та рівнів мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 43–50.
3. Гайдаш В. Д., Климчук М. М., Макар М. М. Ріпак. Івано-Франківськ : Сіверсія, 1998. 214 с.
4. Гарбар Л. А., Яцишина Т. П., Самолук О. П. Вплив удобрення на перезимівлю ріпаку озимого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 74–77. DOI: 10.31210/visnyk2018.01.12.
5. Доля М., Бондарева Л. Ресурсоощадна технологія вирощування озимого ріпаку. *Пропозиція*. 2015. № 07–08. С. 12–14.
6. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник : у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.

Аналогічні залежності було отримано і за аналізу показників рослин гібриду Гладіус.

Проте, варто зазначити, що між усіма показниками було виявлено сильний кореляційний зв'язок.

Висновки. За вирощування ріпаку озимого гібридів Гладіус та Ксенон, застосування мінеральних добрив позитивно впливали на формування елементів структури рослин і, відповідно, урожайність.

Кореляційний аналіз дав можливість встановити сильний позитивний зв'язок між елементами структури врожаю ріпаку озимого та його урожайністю у гібриду Ксенон з показниками від 0,7214 до 0,9998, у гібриду Гладіус – 0,7435-0,9978.

References

1. Agrotechnological basics of growing winter rapeseed in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine / I. S. Voloshuk et al. Lviv : Spolom, 2017. 212 p.
2. Voloshchuk O. P., Kosovska R. Yu. Seed productivity and sowing qualities of winter rape depending on seed sowing rates and plant mineral nutrition levels. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2015. Vol. 57. P. 43–50.
3. Haidash V. D., Klymchuk M. M., Makar M. M. Colza. Ivano-Frankivsk : Siversiia, 1998. 214 p.
4. Harbar L. A., Yatsyshyna T. P., Samoliuk O. P. Effect of fertilizer on wintering of winter rape. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No 1. P. 74–77. DOI: 10.31210/visnyk2018.01.12.
5. Dolia M., Bondarieva L. Resource-saving technology of growing winter rape. *Propozytsiia*. 2015. No 07–08. P. 12–14.
6. Research in agronomy: textbook manual: in 2 books. Kn. 1. *Theoretical aspects of research* / A. O. Rozhkov et al.; for order A. O. Rozhkova. Kharkiv : Maidan, 2016. 316 p.

7. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 341 с.
8. Забарний О. С., Забарна Т. А. Вплив погодних умов на перезимівлю озимого ріпаку залежно від факторів інтенсифікації. *Корми і кормовиробництво*. 2023. Вип. 95. С. 97–107. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202395-08.
9. Збагачення біорізноманіття польових культур в умовах зміни клімату / С. Каленська та ін. *Український екологічний журнал*. 2019. № 9 (1). С. 19–24.
10. Індикаційні стресові індекси технологічного характеру для ріпаку озимого / Н. А. Пасічник та ін. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 3 (85). DOI:10.31548/dopovidi2020.03.007.
11. Каленська С. М. Продовольча безпека та інноваційні рішення в рослинництві. *Plant and Soil Science*. 2022. № 13 (2). С. 14–26. DOI: 10.31548/agr.13(2).2022.14-26.
12. Каленська С. М., Юник А. В. Вплив норм висіву насіння на фотосинтетичну діяльність посівів ріпаку ярого. *Новітні агротехнології*. 2020. № 8. 9 с. DOI: 10.21498/na.8.2020.226087.
13. Марчук І. У., Макаренко В. М., Розстальний В. Є. Агрохімія: добрива та їх використання. Київ : ЦП «Компринт», 2016. 330 с.
14. Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 (93). С. 20–27.
15. Сидякіна О. В., Павленко С. Г. Ефективність застосування мікроелементів у системі живлення рослин соняшнику (огляд літератури). *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 152–158. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.118.19.
16. Формування продуктивності ріпачини залежно від ширини міжрядь та густоти стояння / Б. О. Мазуренко та ін. *Plant and Soil Science*. 2022. Т. 13, № 3. С. 38–48. DOI: 10.31548/agr.13(3).2022.38-48.
17. Фурманець О. А. Продуктивність озимого ріпаку на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся у різні дози основного добрива. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 121. С. 109–114. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.121.15.
18. Чабан В. І., Подобед О. Ю. Надходження мікроелементів у ґрунт із побічною продукцією сільськогосподарських культур у сівозмінах степової зони. *Вісник Інституту сільськогосподарства Степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 112–117.
19. Шаббір Г. Урожайність і якість насіння ріпаку ярого залежно від комплексного застосування мінеральних добрив та
7. Research in agronomy : textbook manual: in 2 books. Kn. 2. *Theoretical aspects of research* / A. O. Rozhkov et al.; for order A. O. Rozhkova. Kharkiv : Maidan, 2016. 341 p.
8. Zabarnyi O. S., Zabarna T. A. The influence of weather conditions on overwintering of winter rape depending on the factors of intensification. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2023. Vol. 95. P. 97–107. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202395-08.
9. Enrichment of biodiversity of field crops in conditions of climate change / S. Kalenska et al. *Ukrainskyi ekolohichnyi zhurnal*. 2019. No 9 (1). P. 19–24.
10. Indication stress indices of technological nature for winter rape / N. A. Pasichnyk et al. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2020. No 3 (85). DOI:10.31548/dopovidi2020.03.007.
11. Kalenska S. M. Food security and innovative solutions in crop production. *Plant and Soil Science*. 2022. No 13 (2). P. 14–26. DOI: 10.31548/agr.13(2).2022.14-26.
12. Kalenska S. M., Yunik A. V. The influence of seed sowing norms on the photosynthetic activity of spring rape crops. *Novitni ahrotekhnologii*. 2020. No 8. 9 p. DOI: 10.21498/na.8.2020.226087.
13. Marchuk I. U., Makarenko V. M., Rozstalnyi V. Ye. Agrochemistry: fertilizers and their use. Kyiv : TsP «Komprynt», 2016. 330 p.
14. Savchuk Yu. M., Antonenko O. F. Dependence of yield and sowing qualities of winter rape on varieties and cultivation technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2019. No 2 (93). P. 20–27.
15. Sydiakina O. V., Pavlenko S. H. Effectiveness of the use of trace elements in the nutrition system of sunflower plants (literature review). *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2021. No 118. P. 152–158. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.118.19.
16. Formation of castor productivity depending on the width of the rows and the density of the stand / B. O. Mazurenko et al. *Plant and Soil Science*. 2022. Vol. 13, No 3. P. 38–48. DOI: 10.31548/agr.13(3).2022.38-48.
17. Furmanets O. A. Productivity of winter rape on sod-podzolic soils of the Western Polissia in different doses of the main fertilizer. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2021. No 121. P. 109–114. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.121.15.
18. Chaban V. I., Podobied O. Yu. Entry of trace elements into the soil with by-products of agricultural crops in crop rotations of the steppe zone. *Visnyk Instytutu silskoho hospodarstva Stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2015. No 8. P. 112–117.
19. Shabbir H. The yield and quality of spring rapeseed depending on the complex application of mineral fertilizers and foliar feeding in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2020. No 111. P. 166–173. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.23.

позакореневого підживлення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 166–173. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.23.

20. Юник А. В., Гарбар Л. А. Ефективність використання макроелементів рослинами ріпаку ярого. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2022. Т. 13, № 1. С. 67–73. DOI: 10.31548/agr.13(1).2022.67-73.

21. Canola Produced under Boreal Climatic Conditions in Newfoundland and Labrador Have a Unique Lipid Composition and Expeller Press Extraction Retained the Composition for Commercial Use / A. A. Sey. *J. Adv. Res.* 2020. V. 24. P. 423–434. DOI: 10.1016/j.jare.2020.05.002.

22. Cowling, W. A. Genetic Diversity in Australian Canola and Implications for Crop Breeding for Changing Future Environments. *Field Crops Res.* 2007. V. 104. P. 103–111. DOI: 10.1016/j.fcr.2006.12.014.

23. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing / S. Kalenska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. V. 9, No 1. P. 19–24.

24. Evaluation of Agronomic Performance and Seed Oil Composition of 15 Sunflower Genotypes in South Madagascar / A. Calamai et al. *Agricultural Sciences*. 2018. No 9. P. 1337–1353. DOI: 10.4236/as.2018.910093.

25. Factors Affecting the Quality of Canola Grains and Their Implications for Grain-Based Foods / R. Sabbahi et al. *Foods*. 2023. V. 12, No 11. P. e2219. DOI: 10.3390/foods12112219.

26. Management Factors Determining Spring and Winter Canola Yield in North America / Y. Assefa et al. *Crop Sci.* 2018. V. 58. P. 2875–2880. DOI: 10.2135/cropsci2017.02.0079.

27. Possibilities of using oilseed oil for biodiesel production / M. Gumbytė et al. *Agricultural Sciences*. V. 20, No 1. P. 1–9. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v20i1.2633.

28. Sieling K., Böttcher U. Kage H. Sowing date and N application effects on tap root and aboveground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *Eur. J. Agric.* 2017. V. 83. P. 40–46. DOI: 10.1016/j.eja.2016.11.006.

29. The economic efficiency of the fertilizers application under agricultural crops for different soil tillage / A. Bykin et al. *Plant and Soil Science*. 2019. V. 10, No 2. P. 62–69. DOI: 10.31548/agr2019.02.062.

30. Zero Tillage of Rapeseed and Mustard Cultivation in Thoubal District of Manipur : an Economic Analysis / A. Monika et al. *New Delhi Publishers*. 2014. V. 59, N 3. P. 335–343. DOI: 10.5958/0976-4666.2014.00002.3.

20. Yunyk A. V., Harbar L. A. Efficiency of use of macroelements by spring rape plants. *Roslynnystvo ta hruntoznavstvo*. 2022. Vol. 13. No 1. С. 67–73. DOI: 10.31548/agr.13(1).2022.67-73.

21. Canola Produced under Boreal Climatic Conditions in Newfoundland and Labrador Have a Unique Lipid Composition and Expeller Press Extraction Retained the Composition for Commercial Use / A. A. Sey. *J. Adv. Res.* 2020. Vol. 24. P. 423–434. DOI: 10.1016/j.jare.2020.05.002.

22. Cowling, W. A. Genetic Diversity in Australian Canola and Implications for Crop Breeding for Changing Future Environments. *Field Crops Res.* 2007. Vol. 104. P. 103–111. DOI: 10.1016/j.fcr.2006.12.014.

23. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing / S. Kalenska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, No 1. P. 19–24.

24. Evaluation of Agronomic Performance and Seed Oil Composition of 15 Sunflower Genotypes in South Madagascar / A. Calamai et al. *Agricultural Sciences*. 2018. No 9. P. 1337–1353. DOI: 10.4236/as.2018.910093.

25. Factors Affecting the Quality of Canola Grains and Their Implications for Grain-Based Foods / R. Sabbahi et al. *Foods*. 2023. Vol. 12. No 11. P. e2219. DOI: 10.3390/foods12112219.

26. Management Factors Determining Spring and Winter Canola Yield in North America / Y. Assefa et al. *Crop Sci.* 2018. Vol. 58. P. 2875–2880. DOI: 10.2135/cropsci2017.02.0079.

27. Possibilities of using oilseed oil for biodiesel production / M. Gumbytė et al. *Agricultural Sciences*. Vol. 20, No 1. P. 1–9. DOI: 10.6001/zemesukiomokslai.v20i1.2633.

28. Sieling K., Böttcher U. Kage H. Sowing date and N application effects on tap root and aboveground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *Eur. J. Agric.* 2017. Vol. 83. P. 40–46. DOI: 10.1016/j.eja.2016.11.006.

29. The economic efficiency of the fertilizers application under agricultural crops for different soil tillage / A. Bykin et al. *Plant and Soil Science*. 2019. Vol. 10, No 2. P. 62–69. DOI: 10.31548/agr2019.02.062.

30. Zero Tillage of Rapeseed and Mustard Cultivation in Thoubal District of Manipur : an Economic Analysis / A. Monika et al. *New Delhi Publishers*. 2014. Vol. 59. No 3. P. 335–343. DOI: 10.5958/0976-4666.2014.00002.3.

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.2.031:631.816.1:631.816.3

**ПОВЕРХНЕВЕ ПОЛІПШЕННЯ НИЗИННИХ ЛУЧНИХ ТРАВСТОЇВ
В УМОВАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ****У. О. Ільчиняк, Д. Л. Пукало**

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

Про авторів:

Уляна ІЛЬЧИНЯК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-7817-0232

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

Для листування:

Уляна ІЛЬЧИНЯК
e-mail: ulyana-kotyash@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

10 серпня 2023 р.

Погоджено до друку:

23 жовтня 2023 р.

Метою наших досліджень є вивчення впливу поверхневого поліпшення на продуктивність та ботанічний склад низинних лучних травостоїв. Експериментальну роботу виконували в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН в умовах багаторічного стаціонарного досліді (атестат № 30). Протягом багатьох років на цьому досліді на фоні фосфорних та калійних добрив вивчали вплив доз і розподілу азотного живлення та кратність використання різновікових травостоїв. Поверхневе поліпшення лучних фітоценозів проводили шляхом підсіву в 2021 р. конюшини гібридної с. Придністровська та додаткового внесення вапнякового борошна, що значно вплинуло на продуктивність цих фітоценозів.

Наведено результати досліджень щодо способів підвищення продуктивності та зміни ботанічного складу низинних лучних травостоїв залежно від поверхневого поліпшення. У середньому за 2021–2022 рр. продуктивність фітоценозів на абсолютному контролі без добрив становила від 5,11 до 5,66 т/га сухої речовини. Встановлено, що внесення фосфорних та калійних добрив ($P_{60}K_{90}$) забезпечило підвищення врожайності від 15 до 22 %. На 11-річному фітоценозі найвищу продуктивність одержано за рівномірного розподілу азоту $N_{75(25+25+25)}$, відповідно збір сухої речовини становив 10,68 т/га. Із виключенням ранньовесняного підживлення $N_{75(0+30+45)}$ урожайність знизилася до 10,40 т/га сухої речовини.

Використання фосфорних та калійних добрив у поєднанні з вапняковим борошном ($CaCO_3$ – 93,5 д. р., внесеним у 2021 р.) на низинних луках сприяло збереженню бобових трав. Відповідно частка їх за вегетаційний період становила від 39 до 72 % з домінуванням сіяних (конюшина гібридна, лядвенець рогатий) та несіяних (конюшина середня, конюшина повзуча, мишачий горошок, люцерна жовта) компонентів.

Внаслідок застосування на сінокосах азотних добрив у поєднанні з вапняковим борошном ($CaCO_3$) на фоні фосфорного та калійного живлення відзначено невисокий відсоток (від 3 до 26 %) люцерни серпоподібної, яка збереглася у травостій протягом багатьох років, та конюшини гібридної, всіяної у дернину лучного сінокошу навесні 2021 р.

Ключові слова: удобрення, продуктивність, ботанічний склад, травостій, суха речовина, поверхневе поліпшення.

Surface improvement of lowland meadow grasslands in the conditions of the Carpathian Region

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

About authors:

Uliana ILCHYNIAK
ORCID: 0000-0002-7817-0232

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

For corresponding:
Uliana ILCHYNIAK
e-mail: ulyana-kotyash@ukr.net

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
August 10, 2023
Accepted:
October 23, 2023

The purpose of our research is to study the influence of surface improvement on the productivity and botanical composition of lowland meadow grasslands. The experimental work was carried out at the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS in the conditions of a long-term stationary experiment (certificate № 30). For many years the effect of doses and distribution of Nitrogen nutrition and the frequency of use of multi-age grasslands on the background of Phosphorus and Potassium fertilizers have been studied in this experiment. Surface improvement of meadow phytocenoses was carried out by sowing in the 2021 hybrid clover cultivar “Prydnistrovska” and the additional application of limestone flour, which significantly affected the productivity of these phytocenoses.

The results of research on methods of increasing productivity and changing the botanical composition of lowland meadow grasslands depending on surface improvement are given. On average, in 2021–2022 the productivity of phytocenoses under absolute control without fertilizers was from 5.11 to 5.66 t/ha of dry matter. It was established that the application of Phosphorus and Potassium fertilizers ($P_{60}K_{90}$) ensured an increase in productivity from 15 to 22 %. At the 11-year phytocenosis, the highest nutritional values were obtained with the uniform distribution of Nitrogen $N_{75(25+25+25)}$, accordingly, the collection of dry matter was 10.68 t/ha. With the exception of early spring feeding $N_{75(0+30+45)}$, productivity decreased to 10.40 t/ha of dry matter.

The use of Phosphorus and Potassium fertilizers in combination with limestone flour ($CaCO_3$ – 93.5 g. d., applied in 2021) on lowland meadows contributed to the preservation of leguminous grasses. Accordingly, their share during the growing season ranged from 39 to 72 %, with the dominance of sown (hybrid clover, bird's-foot trefoil) and non-sown (zigzag clover, creeping clover, mouse pea, yellow alfalfa).

The use of Nitrogen fertilizers in the hayfields in combination with limestone flour ($CaCO_3$) on the background of Phosphorus and Potassium nutrition noted a low percentage (from 3 % to 26 %) of *Medicago falcata*, which was preserved in the grass stand for many years, and hybrid clover, which was sown in the turf of the meadow hayfield in the spring in 2021.

Keywords: fertilizer, productivity, botanical composition, herbage, dry matter, surface improvement.

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

Вступ. Підтримка високої врожайності сінокосів та пасовищ є одним із завдань лувівництва, оскільки тривале використання травостоїв без перезалуження дозволяє значно знизити собівартість кормів [7, 13, 23].

У структурі природних кормових угідь України виділяють сінокоси та пасовища, які нерівномірно розподілені по її території як за площею, так і умовами їх

місцезростання, способами використання і виробничим потенціалом. Основним джерелом інформації про наявність природних кормових угідь, поголів'я тварин, що використовують об'ємисті корми, і їх продуктивність в Україні є дані Державної служби статистики (ДСС). Згідно з цими даними в нашій державі більше 7,8 млн га природних кормових угідь, з них пасовищ – 5,42 і сіножатей –

2,41 млн га. У загальній структурі сільськогосподарських угідь це майже 19 %. Частка окультурених природних лук та пасовищ на сьогодні становить лише 7,9 %, що на 13,4 % менше, ніж у 2005 р. Облік виробництва кормів з природних лук і пасовищ в Україні практично не ведуть. Згідно з даними ДСС у 2017 р. нараховувалося 740 тис. га окультурених кормових угідь (сіножатей – 727,6 тис. га, пасовищ – 12,4 тис. га), з яких зібрано 1,3 млн т сіна та 110,3 тис. т зеленої маси. Середня врожайність сіна – 1,7 т/га, зеленої маси – 7,7 т/га. Порівняно з 2005 р. загальна площа лукопасовищних угідь зменшилася на 82 %, валовий збір сіна та зеленої маси – відповідно на 41 та 83 %, проте врожайність зросла на 30 % [21].

Важливим фактором формування врожайності та кормової цінності агроценозів є їх ботанічний склад, який в свою чергу зумовлюється метеорологічними та ґрунтовими умовами, віком травостою, режимами використання та удобренням. За збільшення частки бобового компонента в агроценозах зростає їхня продуктивність за рахунок біологічної фіксації азоту [3, 6, 17, 28].

Ефективність і стабільність кормовиробництва залежить від видового складу вирощуваних культур і їх продуктивного потенціалу. Вибір кормових культур має відповідати не тільки високим господарським вимогам, але природно-кліматичним і економічним умовам зони вирощування. Ефективне культивування бобових культур, особливо багаторічних, у змозі забезпечити стале надходження високобілкової рослинної сировини власного виробництва для заготівлі кормів впродовж вегетації та дозволить збалансувати раціони тварин за основними поживними речовинами [5, 9].

У західноєвропейських країнах останнім часом помітно знижується залежність лукувництва від мінерального азоту завдяки використанню потенціалу бобових трав, які збагачують ним ґрунти внаслідок процесів біологічної азотфіксації. Незважаючи на важливе

агротехнічне, господарське й екологічне значення багаторічних трав, площі під ними постійно зменшуються. Так, за даними В. Ф. Петриченка, Н. Я. Гетман, В. І. Циганського, посіви багаторічних трав в Україні скоротилися з 3752 тис. га у 1980 р. до 950 тис. га в 2019 р. [12, 20].

У сучасному лукувництві неможливо повністю відмовитися від внесення мінеральних добрив навіть на бобово-злакових травостоях, оскільки внаслідок цього спостерігатиметься різкий спад урожайності, а через кілька років – виродження травостою. Розв'язання проблеми забезпечення тварин дешевими повноцінними трав'яними кормами до цього часу ще повністю залежить від внесення мінеральних добрив [10, 27, 29, 30].

Застосування на луках мінеральних добрив в оптимальних дозах та співвідношеннях не тільки підвищує продуктивність, а й сприятливо впливає на хімічний склад корму [16].

Внесення мінеральних добрив на лучних угіддях суттєво змінює врожайність лучних травостоїв та призводить до підкислення ґрунтового розчину. Тому на луках із щорічним їх використанням періодично (через 8–10 років) вносять поверхнево вапно. Це підвищує ефективність добрив, поліпшує умови росту для бобових, завдяки чому зростає продуктивність угідь та якість корму, а також поліпшуються фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту. Під впливом вапна в ґрунті збільшується кількість доступних елементів живлення, а також в 1,5–2 рази підвищується коефіцієнт використання фосфорних і на 30–50 % – азотних і калійних добрив. Завдяки цьому різко зростає ефективність добрив [15]. Більшість злакових трав, як і бобові на дуже кислих ґрунтах добре реагують на вапнування. Серед них відносно чутливі до кислотності пажитниця та стоколос безостий, менш чутливі – китник лучний, грястиця збірна, костриця лучна і найменше – костриця червона, тимофіївка лучна [14]. Вапнування не тільки сприяло

значному підвищенню врожайності конюшини червоної, але й поліпшувало видовий склад травостою в посівах. Так, на вапнованих ділянках (окомірно), конкуруючи за територію, різнотрав'я становило 5–6 %, а на невапнованих інтенсивно розвивалися пирій повзучий, хвощ польовий, тонконіг, подорожник ланцетоподібний, які займали до 30 % травостою, погіршуючи тим самим його кормову цінність [24].

Про високу і надмірну кислотність ґрунтів свідчить проростання на них осоки сіруватої, перстачу прямостоячого, чорниці, біловусу, щучнику, шавлю, комоннику лучного, хвощу польового та ін. [11].

Залежно від екологічних умов, ступеня відповідності їм лучних трав, рівня агротехніки, видового складу, сіяні луки можуть бути короткотерміновими (до 5 років), середньодовговічними (6–8 років) і довговічними [2].

Ботанічний та видовий склад лучного агрофітоценозу динамічно змінюється під час його вегетації. Частка трав залежить від їх виду, системи удобрення та біологічних особливостей компонентів травостою [4, 8, 18, 22].

Матеріали і методи.

Експериментальну роботу проводили в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН в умовах багаторічного стаціонарного польового дослідження (атестат № 30), який було залужено в 1974 р. Дослідження виконували за методикою Інституту кормів НААН [1]. Облік урожаю проводили суцільним методом з послідовним зважуванням з кожної ділянки, врожайність подавали в абсолютно сухій масі з попереднім визначенням гігроскопічної вологи висушуванням проби снопа масою 0,5 кг за температури 105 °С до постійної маси (ДСТУ ISO 6497:2005). Урожайні дані обробляли дисперсійним аналізом [25]. Ботанічний та видовий склад травостою визначали шляхом відбору проби зеленої маси з площадок кожного варіанта по 0,25 м² із першого та третього повторень, які

поділяли на ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, різнотрав'я (ДСТУ 4687:2007) [19].

Мінеральне підживлення на лучних сінокосах проводили згідно зі схемою досліду: азот у формі аміачної селітри (NH₄NO₃ – 34,4 % д. р.) – впродовж вегетації, під три укуси використання; суперфосфат (P₂O₅), 20 % д. р. та калімагнезію (K₂O), 24,6 % д. р. вносили восени.

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

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений глеуватий легкосуглинковий осушений гончарним дренажем з такими агрохімічними показниками в горизонті 0–20 см: рН сольове (ДСТУ ISO 10390:2007) – 4,7–5,0, вміст гумусу (ДСТУ 4289:2004) – 3,2–3,6 %, легкогідролізного азоту (ДСТУ 7863:2015) – 160–182 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (ДСТУ 4405:2005) – 56–62, обмінного калію (ДСТУ 4405:2005) – 65–68 мг/кг ґрунту.

Результати та обговорення.

Інтенсифікація використання лучних угідь передбачає запровадження в першу чергу простих та економічно вигідних заходів і технологій для підвищення їх продуктивності. Поверхневе поліпшення агрофітоценозів дозволяє відновити продуктивність, подовжити довголіття.

Нашими дослідженнями встановлено, що за вегетаційний період найнижча продуктивність лучних фітоценозів була на контролі без добрив і становила від 5,11 до 5,66 т/га сухої речовини (табл. 1). Такі показники є подібними до продуктивності природних лучних травостоїв. Урожайність низинних лук у роки досліджень коливалася від 6,08 т/га сухої маси за внесення лише фосфорних та калійних добрив до 10,68 т/га сухої маси із застосуванням азоту в формі аміачної селітри.

1. Урожайність низинних лучних травостойів залежно від поверхневого поліпшення, середнє за 2021–2022 р., т/га сухої речовини

Удобрєння		Кратність використання за сезон	Суша речовина, т/га	Приріст	
				т/га	%
10–12-річний травостій					
Контроль без добрив		2-кратне	5,66	–	–
P ₆₀ K ₉₀ – фон (Ф)		2-кратне	6,74	1,08	19
Ф + N ₇₅₍₂₅₊₂₅₊₂₅₎		3-кратне	10,68	5,02	88
Ф + N ₇₅₍₀₊₄₅₊₃₀₎		3-кратне	10,02	4,36	77
Ф + N ₇₅₍₀₊₃₀₊₄₅₎		3-кратне	10,40	4,74	84
Ф + N ₇₅₍₄₅₊₃₀₊₀₎		3-кратне	10,10	4,44	78
Ф + N ₇₅₍₃₀₊₀₊₄₅₎		3-кратне	9,88	4,22	75
Ф + N ₇₅₍₄₅₊₀₊₃₀₎		3-кратне	10,25	4,59	81
НІР ₀₅			0,25		
20–22-річний травостій					
Контроль без добрив		2-кратне	5,28	–	–
P ₆₀ K ₉₀ – фон (Ф)		2-кратне	6,08	0,80	15
Ф + N ₆₀₍₂₀₊₂₀₊₂₀₎		3-кратне	10,38	5,10	97
Ф + N ₆₀₍₀₊₄₀₊₂₀₎		3-кратне	9,81	4,53	86
Ф + N ₆₀₍₀₊₂₀₊₄₀₎		3-кратне	10,18	4,91	93
Ф + N ₆₀₍₂₀₊₄₀₊₀₎		3-кратне	9,87	4,60	87
Ф + N ₆₀₍₄₀₊₀₊₂₀₎		3-кратне	9,82	4,54	86
Ф + N ₆₀₍₂₀₊₀₊₄₀₎		3-кратне	9,80	4,53	86
НІР ₀₅			0,30		
47–49-річний травостій					
Контроль без добрив		2-кратне	5,11	–	–
P ₆₀ K ₉₀ – фон (Ф)		2-кратне	6,24	1,13	22
Ф + N ₄₅₍₁₅₊₁₅₊₁₅₎		3-кратне	9,87	4,76	93
Ф + N ₄₅₍₀₊₃₀₊₁₅₎		3-кратне	9,33	4,22	82
Ф + N ₄₅₍₀₊₁₅₊₃₀₎		3-кратне	9,75	4,64	91
Ф + N ₄₅₍₁₅₊₃₀₊₀₎		3-кратне	9,30	4,19	82
Ф + N ₄₅₍₃₀₊₀₊₁₅₎		3-кратне	9,63	4,52	88
Ф + N ₄₅₍₁₅₊₀₊₃₀₎		3-кратне	9,58	4,47	87
НІР ₀₅			0,40		

За використання фосфорних та калійних добрив на лучних травостоях (у дозі P₆₀K₉₀) вихід сухої маси з 1 га зріс на від 19 до 22 % і становив 6,08–6,74 т/га. Поверхнєве поліпшення низинних лук шляхом внесення повного мінерального добрива (N₄₅₋₇₀P₆₀K₉₀) сприяло збільшенню продуктивності лучних угідь в 2 рази порівняно з неудобрюваними варіантами.

Найбільший вплив на врожайність фітоценозів мали дози азотних добрив, застосування яких забезпечило від 75 до

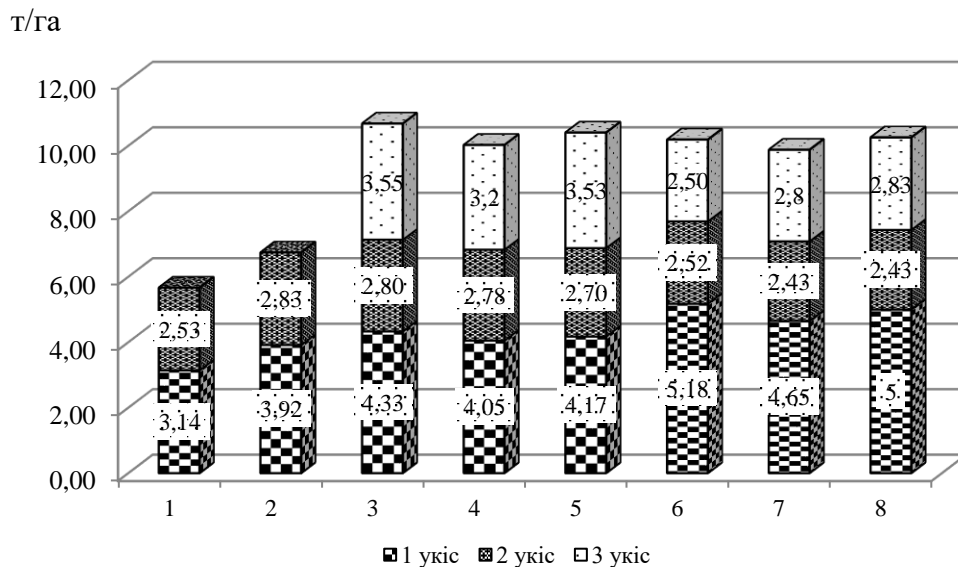
97 % приросту порівняно з контролем (без добрив).

За рівномірного розподілу та трикратного використання 11-річного травостою 75 кг/га діючої речовини азоту забезпечувало врожайність на рівні 10,68 т/га сухої маси, а на 21-річному фітоценозі внесення 60 кг/га діючої речовини азотних добрив – 10,38 т/га.

Із виключенням ранньовесняного підживлення N₇₅₍₀₊₃₀₊₄₅₎ кормова продуктивність знижувалася на 0,28 т/га порівняно з рівномірним розподілом азоту

з весни до осені. Відповідно зниження доз азоту на сінокосах несуттєво впливало на їх врожайність. На 48-річному фітоценозі з рівномірним внесенням азотних добрив у дозі $N_{45(15+15+15)}$ на фоні $P_{60}K_{90}$ врожайність становила 9,87 т/га сухої речовини.

Несприятливі погодні умови, а саме: перезволоження ґрунту та низька денна температура повітря навесні зумовили мінімальний рівень надходження врожаю в першому укосі лучних травостоїв (3,14–5,00 т/га сухої речовини) (рис. 1).



варіанти

Примітка. 1. Контроль без добрив + $CaCO_3$, 4,0 т/га. 2. $P_{60}K_{90}$ – фон (Ф) + $CaCO_3$, 4,0 т/га. 3. Ф + $N_{75(25+25+25)}$ + $CaCO_3$, 4,0 т/га. 4. Ф + $N_{75(0+45+30)}$ + $CaCO_3$, 4,0 т/га. 5. Ф + $N_{75(0+30+45)}$ + $CaCO_3$, 4,0 т/га. 6. Ф + $N_{75(45+30+0)}$ + $CaCO_3$, 4,0 т/га. 7. Ф + $N_{75(30+0+45)}$ + $CaCO_3$, 4,0 т/га. 8. Ф + $N_{75(45+0+30)}$ + $CaCO_3$, 4,0 т/га.

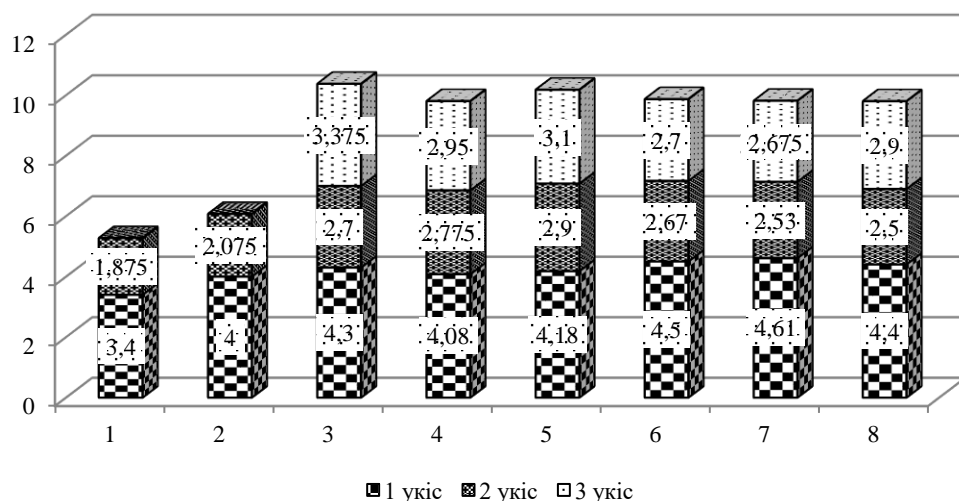
Рис. 1. Надходження лучного корму на 11-річному лучному сінокоші залежно від поверхневого поліпшення, середнє за 2021–2022 рр., т/га сухої речовини

Підживлення азотним добривом (N_{30}) на фоні удобрення $P_{60}K_{90}$ підвищило врожайність 11-річного сінокошу на 1,51 т/га, а 47-річного – 1,85 т/га сухої речовини порівняно до контролю. Застосування фосфорного та калійного добрив на 11-річному сінокоші сприяло збільшенню сухої речовини в I укосі на 0,78 т/га порівняно з контролем. За повного мінерального удобрення основну частку врожаю одержано в першому укосі використання, яка становила 40–51 %. Наростаюче внесення азотних добрив з весни до осені по 75 кг/га діючої речовини забезпечило нестабільне знаходження корму впродовж вегетаційного періоду (40 % у першому укосі, 26 % у другому укосі та 34 % в отаві), що пояснюється недостатньою кількістю опадів та високою температурою повітря в літній період (липень – серпень).

Рівномірність надходження корму залежала в основному від мінерального живлення та погодних умов (рис. 2).

За результатами наших досліджень, на контрольному та фоновому варіантах у першому укосі 21-річного травостою надійшло 3,40 і 4,00 т/га сухої речовини врожаю. На ділянках, площі яких не підживлювали навесні азотом, відзначали збільшення врожаю (4,08; 4,18 т/га) порівняно з фоном (4,00 т/га), що пояснюється післядією добрив, внесених восени минулого року. У третьому укосі за рівномірного розподілу азоту в дозі $N_{60(20+20+20)}$ надійшло 3,37 т/га сухої речовини, а за наростаючого розподілу азоту з весни до осені $N_{60(0+40+20)}$ одержано 3,10 т/га.

т/га



варіанти

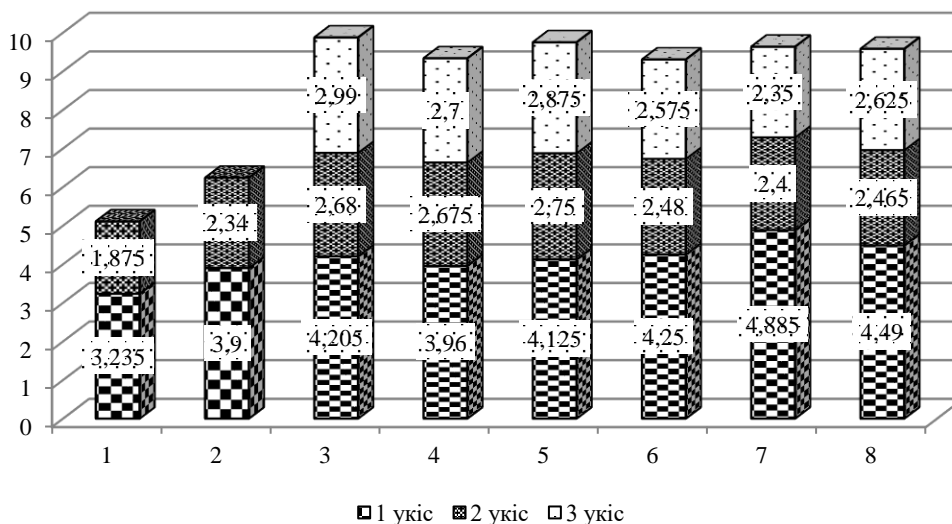
Примітка. 1. Контроль без добрив + CaCO₃, 5,5 т/га. 2. P₆₀K₉₀ – фон (Ф) + CaCO₃, 5,5 т/га. 3. Ф + N₆₀₍₂₀₊₂₀₊₂₀₎ + CaCO₃, 5,5 т/га. 4. Ф + N₆₀₍₀₊₄₀₊₂₀₎ + CaCO₃, 5,5 т/га. 5. Ф + N₆₀₍₀₊₂₀₊₄₀₎ + CaCO₃, 5,5 т/га. 6. Ф + N₆₀₍₂₀₊₄₀₊₀₎ + CaCO₃, 5,5 т/га. 7. Ф + N₆₀₍₄₀₊₀₊₂₀₎ + CaCO₃, 5,5 т/га. 8. Ф + N₆₀₍₂₀₊₀₊₄₀₎ + CaCO₃, 5,5 т/га.

Рис. 2. Надходження лучного корму на 21-річному лучному сінокоші залежно від поверхневого поліпшення, середнє за 2021–2022 рр., т/га сухої речовини

Неудобрений 48-річний травостій забезпечив найнижчу врожайність корму в першому укосі використання (3,23 т/га сухої речовини). Застосування невисоких доз фосфорних та калійних добрив (P₆₀K₉₀) у поєднанні з вапняковим борошном у дозі

6,00 т/га (внесеним у 2021 р.) сприяло збільшенню врожаю на 1,13 т/га, що становило 22 % приросту до контрольного варіанта (рис. 3).

т/га



варіанти

Примітка. 1. Контроль без добрив + CaCO₃, 6,0 т/га. 2. P₆₀K₉₀ – фон (Ф) + CaCO₃, 6,0 т/га. 3. Ф + N₄₅₍₁₅₊₁₅₊₁₅₎ + CaCO₃, 6,0 т/га. 4. Ф + N₄₅₍₀₊₃₀₊₁₅₎ + CaCO₃, 6,0 т/га. 5. Ф + N₄₅₍₀₊₁₅₊₃₀₎ + CaCO₃, 6,0 т/га. 6. Ф + N₄₅₍₁₅₊₃₀₊₀₎ + CaCO₃, 6,0 т/га. 7. Ф + N₄₅₍₃₀₊₀₊₁₅₎ + CaCO₃, 6,0 т/га. 8. Ф + N₄₅₍₁₅₊₀₊₃₀₎ + CaCO₃, 6,0 т/га.

Рис. 3. Надходження лучного корму на 48-річному лучному сінокоші залежно від поверхневого поліпшення, середнє за 2021–2022 рр., т/га сухої речовини

За використання азотних добрив у дозі 45 кг/га д. р. вихід сухої речовини з 1 га зріс в 2 рази залежно від способів їх розподілу у поєднанні з вапняковим борошном на фоні фосфорного та калійного живлення.

Рівномірне внесення азотних добрив $N_{45(15+15+15)}$ на фоні фосфорного та калійного живлення та застосування вапнякового борошна у 2021 р. сприяло

збільшенню врожаю в третьому укосі використання (2,99 т/га сухої речовини), а за наростаючого розподілу $N_{45(0+15+30)}$ урожайність була на нижчою (0,12 т/га).

Значний вплив на формування ботанічного складу в роки досліджень має спосіб удобрення лучних травостоїв та підсів бобових компонентів у нерозроблену дернину (табл. 2).

2. Ботаніко-господарський склад низинних лучних травостоїв, середнє за 2021–2022 рр., % від загального врожаю

Удобрєння		Злаки		Бобові		Різотрав'я	
		Укоси					
		I	III	I	III	I	III
10–12-річний травостій							
Контроль без добрив	Внесення $CaCO_3$ (4,0 т/га) у 2021 р.	55	63	30	19	15	18
$P_{60}K_{90}$ – фон (Ф)		20	38	72	47	8	18
Ф + $N_{75(25+25+25)}$		68	70	14	11	18	19
Ф + $N_{75(0+45+30)}$		60	62	26	18	14	20
Ф + $N_{75(0+30+45)}$		71	70	19	14	10	16
Ф + $N_{75(45+30+0)}$		72	71	13	10	15	19
Ф + $N_{75(30+0+45)}$		74	69	16	13	10	18
Ф + $N_{75(45+0+30)}$		70	67	14	12	16	21
20–22-річний травостій							
Контроль без добрив	Внесення $CaCO_3$ (5,5 т/га) у 2021 р.	38	48	44	28	18	24
$P_{60}K_{90}$ – фон (Ф)		40	44	48	39	12	17
Ф + $N_{60(20+20+20)}$		88	81	3	3	9	16
Ф + $N_{60(0+40+20)}$		76	71	14	13	10	16
Ф + $N_{60(0+20+40)}$		74	73	10	7	16	20
Ф + $N_{60(20+40+0)}$		73	73	6	5	21	22
Ф + $N_{60(40+0+20)}$		74	69	9	8	17	23
Ф + $N_{60(20+0+40)}$		67	71	13	12	20	17
47–49-річний травостій							
Контроль без добрив	Внесення $CaCO_3$ (6,0 т/га) у 2021 р.	54	58	24	21	22	21
$P_{60}K_{90}$ – фон (Ф)		38	43	47	40	15	17
Ф + $N_{45(15+15+15)}$		64	67	13	11	23	22
Ф + $N_{45(0+30+15)}$		68	71	16	12	16	17
Ф + $N_{45(0+15+30)}$		67	69	10	10	23	21
Ф + $N_{45(15+30+0)}$		72	73	7	6	21	21
Ф + $N_{45(30+0+15)}$		79	77	5	4	16	19
Ф + $N_{45(15+0+30)}$		78	75	8	7	14	18

Поверхнєве поліпшення низинних лук сприяло збереженню значної кількості несіяних бобових трав, таких як: конюшина середня, конюшина повзуча, горошок мишачий, лядвенець рогатий, люцерна

жовта, а також наявності конюшини гібридної, всіяної у 2021 р. у дернину низинних агрофітоценозів. За своїми фізіологічними особливостями конюшина середня зимостійка, посухостійка,

високоврожайна рослина, добре розмножується вегетативно. Відрізняється довголіттям (до 9 років), невибагливістю до умов зростання, добре розвивається на кислих ґрунтах.

Внесення фосфорних та калійних добрив ($P_{60}K_{90}$) у поєднанні з вапняковим борошном (93,5 д. р., внесеним рано навесні 2021 р.) на лучних сінокосах сприяло збереженню бобових компонентів, і їх частка в першому укосі становила від 47 до 72 %.

На абсолютному контролі (без добрив) цей показник був дещо нижчим (24–44 %).

На 21-річному лучному травостої з внесенням азотних добрив у поєднанні з вапняковим борошном ($CaCO_3$, 5,5 т/га) на фоні фосфорних та калійних добрив відзначено невисокий відсоток (від 3 до 14 %) люцерни серпоподібної, яка збереглася в агрофітоценозі протягом багатьох років, та конюшини гібридної, яку всівали у дернину лучного сінокошу навесні 2021 р.

Із внесенням повних мінеральних добрив злакові компоненти займали від 60 до 74 % на 11-річному травостої з домінуванням костриці очеретяної та грястиці збірної; від 67 до 88 % – на 21-річному сінокоші з переважанням костриці червоної та пажитниці багаторічної та від 64 до 79 % – на 48-річному – з наявністю костриці червоної, тонконогу лучного, медової трави шерстистої та житняку гребінчастого. Флористичний склад досліджуваних ділянок змінювався залежно від віку травостоїв, мінерального удобрення та погодних умов.

Відсоток різнотрав'я в першому укосі низинних травостоїв становив від 8 до 23 % і був представлений такими видами трав, які мають різне кормове значення: подорожник ланцетолистий, злинка канадська, кульбаба лікарська, деревій звичайний, хвощ польовий, жовтець їдкий. На лучних

травостоях відсоток їстівного різнотрав'я в отаві був дещо вищий (до 24 %) з домінуванням деревію звичайного та нечуйвітру волохатого, що пояснюється більшою адаптивністю цих трав у сінокоші.

Висновки. Найнижчу врожайність низинних лучних агрофітоценозів відзначено на варіантах без внесення добрив (від 5,11 до 5,66 т/га сухої речовини). Із застосуванням фосфорних та калійних добрив ($P_{60}K_{90}$) продуктивність травостоїв підвищилася від 0,80 до 1,13 т/га порівняно з контролем.

На 21-річному фітоценозі за рівномірного розподілу 60 кг/га діючої речовини азоту та трикратного використання врожайність становила на рівні 10,38 т/га сухої речовини, а за наростаючого розподілу азотного добрива – 10,18 т/га.

На 48-річному фітоценозі з рівномірним внесенням азотних добрив у дозі $N_{45(15+15+15)}$ на фоні $P_{60}K_{90}$ урожайність становила 9,87 т/га сухої речовини.

Поверхнєве поліпшення низинних фітоценозів сприяло збереженню значної кількості бобових трав, таких як: конюшина середня, конюшина повзуча, горошок мишачий, лядвенець рогатий, люцерна жовта, а також появи конюшини гібридної, всіяної у 2021 р. у дернину низинних агрофітоценозів. Внесення фосфорних та калійних добрив ($P_{60}K_{90}$) на низинних сінокосах сприяло збереженню бобових компонентів, і їх частка в першому укосі становила від 47 до 72 %. На абсолютному контролі (без добрив) цей показник був дещо нижчим (24–44 %). Поверхнєве поліпшення низинних агрофітоценозів шляхом внесення мінеральних добрив та смугового всівання конюшини гібридної у 2021 р. сприяло збереженню значної кількості сіяних бобових трав: відповідно на 11-річному сінокоші їх частка становила від 10 до 26 %, на 21-річному фітоценозі – від 3 до 14 %, а на 48-річному – 4–16 %.

Список використаної літератури

1. Бабич А. О. Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин. Київ, 1994. 80 с.
2. Боговін А. В., Пташник М. М., Дудник С. В. Відновлення продуктивних, екологічно стійких трав'янистих біогеоценозів на антропотрансформованих едафотопсах. Київ, 2017. 356 с.
3. Боговін А. В., Пташник М. М. Эколого-биологические и агротехнологические основы повышения продуктивности лугов Украины. Винница : ТВОРЫ, 2020. 504 с.
4. Брошак І. С., Сенік І. І. Особливості формування люцерново-злакового агрофітоценозу залежно від технологічних прийомів вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58, ч. 1. С. 8–12.
5. Векленко Ю. А., Ковтун К. П., Безвугляк Л. І. Агроекологічне обґрунтування адаптивних ресурсощадних технологій створення та використання багаторічних кормових агрофітоценозів. *Вісник аграрної науки*. 2013. Спецвипуск. С. 78–83.
6. Векленко Ю. А., Ковтун К. П., Безвугляк Л. І. Вплив способів просторового розміщення компонентів на формування бінарних люцерно-злакових травостоїв в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 171–177.
7. Вплив багаторічних бобових трав та інокуляції на формування бобово-злакових агрофітоценозів / В. Г. Кургак та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 36. С. 71–75.
8. Вплив технологічних прийомів вирощування на динаміку ботанічного та видового складу люцерново-злакового агрофітоценозу протягом вегетаційного періоду / В. С. Глова та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17, № 3 (63). С. 139–144.
9. Голобородько С. П., Сахно І. В. Еспарцет. Науковий огляд. Херсон : Айлант, 2013. 216 с.
10. Дзюбайло А. Г., Марцінко Т. І., Головчук М. І. Формування продуктивності бобово-злакових травосумішей залежно від удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (1). С. 39–53. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-3](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-3).
11. Зінченко О. І. Кормовиробництво : навч. видання. 2-ге вид., доп. і перероб. Київ : Вища освіта, 2005. 448 с.
12. Карбівська У. М., Євчук С. В. Продуктивність бобово-злакового лучного агрофітоценозу та баланс елементів живлення в залежності від удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 126. С. 139–145. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.19>.
13. Кургак В. Г., Гавриш Я. В. Ботанічний склад та динаміка лінійного росту, частки листя і площі

References

1. Babych A. O. Methods of experiment conducting on forage production and animal feeding. Kyiv, 1994. 80 p.
2. Bohovin A. V., Ptashnik M. M., Dudnyk S. V. Restoration of productive and ecologically stable herbaceous biogeocenoses on anthropotransformed edaphotopes. Kyiv, 2017. 356 p.
3. Bohovin A. V., Ptashnik M. M. Ecological, biological and agrotechnological foundations of increasing the productivity of meadows of Ukraine. Vinnica : TVORY, 2020. 504 p.
4. Broschak I. S., Senyk I. I. Peculiarities of the formation of alfalfa-grass agrophytocenosis depending on the technological methods of cultivation. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2015. Issue 58, part 1. P. 8–12.
5. Veklenko Yu. A., Kovtun K. P., Bezvuhliak L. I. Agroecological substantiation of adaptive resource-saving technologies for the creation and use of perennial fodder agrophytocenoses. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. Special issue. P. 78–83.
6. Veklenko Yu. A., Kovtun K. P., Bezvuhliak L. I. The influence of methods of spatial arrangement of components on the formation of binary alfalfa-grass stands in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2015. Issue 81. P. 171–177.
7. Influence of perennial leguminous grasses and inoculation on the formation of legume-grass agrophytocenoses / V. H. Kurhak et al. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2006. Issue 36. P. 71–75.
8. Influence of technological methods of cultivation on the dynamic of botanical and species composition of alfalfa-grass agrophytocenosis during the growing season / V. S. Hlova et al. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2015. Vol. 17, no. 3 (63). P. 139–144.
9. Holoborodko S. P., Sakhno I. V. Sainfoin. Scientific review. Kherson : Ailant, 2013. 216 p.
10. Dziubailo A. H., Martsinko T. I., Holovchuk M. I. Formation of productivity of legume-grass mixtures depending on fertilizer. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. Issue 67 (1). P. 39–53. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-3](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-3).
11. Zinchenko O. I. Fodder production : educational edition. 2nd ed., suppl. and revised. Kyiv : Vyshcha osvita, 2005. 448 p.
12. Karbivska U. M., Yevchuk S. V. Productivity of legume-grass meadow agrophytocenosis and balance of nutrients depending on fertilizer. *Tavriskyi naukovyi visnyk*. 2022. No 126. P. 139–145. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.19>.
13. Kurhak V. H., Havrysh Ya. V. Botanical composition and dynamics of linear growth, leaf fraction and leaf surface area during the formation of meadow agrophytocenoses. *Peredhirne ta*

- листяної поверхні при формуванні лучних агрофітоценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (2). С. 126–152. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(71\)-2-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(71)-2-9).
14. Кургак В. Г. Лучні агрофітоценози. Київ, 2010. 374 с.
15. Макаренко П. С., Демидась Г. І., Козяр О. М. Луківництво. Київ: Нора-прінт, 2002. 394 с.
16. Марцінко Т. І. Формування сіяних лучних фітоценозів Передкарпаття залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 3 (840). С. 35–39. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-05>.
17. Мойсієнко В. В. Наукові основи виробництва якісних кормів та ефективного використання лукопасовищних угідь в умовах Полісся України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 269–278.
18. Оліфірович В. О., Векленко Ю. А., Чинчик О. С. Динаміка видового складу люцерно-злакового агрофітоценозу залежно від технологічних прийомів вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2022. Вип. 94. С. 67–74. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202294-07>.
19. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева и др. 1 изд. Киев : Наук. думка, 1987. 548 с.
20. Петриченко В. Ф., Гетман Н. Я., Циганський В. І. Люцерна посівна як стабілізуючий чинник інтенсифікації кормовиробництва. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 10. С. 19–26. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201810-03>.
21. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. Ф., Векленко Ю. А. Наукові основи інтенсифікації виробництва кормів на луках та пасовищах України. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 10–22. DOI: [10.31073/kormovyrobnytstvo202089-01](https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-01).
22. Пилипів Н. І., Дзюбайло А. Г. Вплив удобрення та застосування біопрепарату органік-баланс у лучному кормовиробництві. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 63. С. 140–150.
23. Продуктивний потенціал лучних фітоценозів як джерело трав'яних кормів для скотарства Карпатського регіону / Л. М. Бугрин та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67. С. 9–24. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-1](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-1).
24. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 378 с.
25. Ткаченко М. А., Кондратюк І. М., Борис Н. Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів. Вінниця : ТВОРИ, 2019. 318 с.
26. Effect of the cultivation of legumes on the dynamics of sod-podzolic soil fertility rate / U. M. Karbivska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (3). P. 8–12.
27. Huyghe C., De Vlieghe A., Golinski P. European grasslands overview: Temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. V. 19. P. 29–40.
- hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2022. Issue 71 (2). P. 126–152. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(71\)-2-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(71)-2-9).
14. Kurhak V. H. Meadow agrophytocenoses. Kyiv, 2010. 374 p.
15. Makarenko P. S., Demydas H. I., Koziar O. M. Meadows. Kyiv : Nora-print, 2002. 394 p.
16. Martsinko T. I. Formation of sown meadow phytocenoses of the Precarpathian region depending on fertilizer. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2023. No 3 (840). P. 35–39. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-05>.
17. Moisiienko V. V. Scientific basis of production of high-quality fodder and effective use of meadow-pasture lands in the conditions of Polissia of Ukraine. *Visnyk ZhNAEU*. 2015. No 2 (50), vol. 1. P. 269–278.
18. Olifirovych V. O., Veklenko Yu. A., Chynchuk O. S. Dynamics of the species composition of alfalfa-grass agrophytocenosis depending on the technological methods of cultivation. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2022. Issue 94. P. 67–74. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202294-07>.
19. Determinant of the highest plants of Ukraine / D. N. Dobrochaeva et al. 1 ed. Kiev : Nauk. dumka, 1987. 548 p.
20. Petrychenko V. F., Hetman N. Ya., Tsyhanskyi V. I. Alfalfa sowing as a stabilizing factor for the intensification of fodder production. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No 10. P. 19–26. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201810-03>.
21. Petrychenko V. F., Korniiuchuk O. F., Veklenko Yu. A. Scientific basis of forage production intensification in meadows and pastures of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2020. Issue 89. P. 10–22. DOI: [10.31073/kormovyrobnytstvo202089-01](https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-01).
22. Pylypiv N. I., Dziubailo A. H. The influence of fertilizer and the use of biological preparation organic-balance in meadow fodder production. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2018. Issue 63. P. 140–150.
23. Productive potential of meadow phytocenoses as a source of grass fodder for livestock in the Carpathian region / L. M. Buhryn et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. Issue 67. P. 9–24. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-1](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-1).
24. Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2013. 378 p.
25. Tkachenko M. A., Kondratiuk I. M., Borys N. Ye. Chemical reclamation of acidic soils. Vinnytsia : TVORY, 2019. 318 p.
26. Effect of the cultivation of legumes on the dynamics of sod-podzolic soil fertility rate / U. M. Karbivska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. No 9 (3). P. 8–12.

28. Martsinko T. I., Dziubailo A. H., Karasevych N. V. Formation of sowed mixtures of meadow grasses under the influence of mineral fertilizer. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 36–48. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2021\(70\)-2-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2021(70)-2-3).

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

30. Weggler K., Thumm U., Elsaesser M. Development of Legumes After Reseeding in Permanent Grassland, as Affected by Nitrogen Fertilizer Applications. *Agriculture*. 2019. V. 9, Iss. 10. 207. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture9100207>.

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

28. Martsinko T. I., Dziubailo A. H., Karasevych N. V. Formation of sowed mixtures of meadow grasses under the influence of mineral fertilizer. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2021. Issue 70 (2). P. 36–48. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2021\(70\)-2-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2021(70)-2-3).

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

30. Weggler K., Thumm U., Elsaesser M. Development of Legumes After Reseeding in Permanent Grassland, as Affected by Nitrogen Fertilizer Applications. *Agriculture*. 2019. Vol. 9, Iss. 10. 207. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture9100207>.

Оригінальна наукова стаття

УДК 632.51:631.582:631.51:631.8

**ГЕРБОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОСІВІВ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР
У КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ
ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ
ТА УДОБРЕННЯ****О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, І. В. Саверин**

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

Про авторів:

Оксана КАЧМАР,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-0382-6030

Оксана ВАВРИНОВИЧ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-3466-1432

Ілона САВЕРИН,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-2669-6056

Для листування:

Оксана КАЧМАР
e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

19 липня 2023 р.

Погоджено до друку:

19 жовтня 2023 р.

Вивчено особливості формування гербологічного стану посівів сільськогосподарських культур у чотирипільній зерно-кормовій сівозміні за різних систем основного обробітку ґрунту й удобрення. Встановлено, що в посівах пшениці озимої в 0–10 см шарі ґрунту найвищий банк насіння сегеталів відмічено на варіантах як інтенсивної (30,9 шт./м²), так і альтернативної (19,8 шт./м²) системи удобрення за хімічного обробітку (мінімальна система основного обробітку). Проведення дискування на 10–12 см (комбінована система основного обробітку) на досліджуваних удобрюваних фонах забезпечувало нижчі значення насіння сегеталів – 27,6 й 17,2 тис. шт./м². Оранка на 20–22 см під пшеницю озиму в традиційній системі основного обробітку сприяла зниженню цього показника до 24,4 й 16,1 тис. шт./м² відповідно за пластами ґрунту. Аналіз потенційної забур'яненості ґрунту в нижчих пластах (10–20 см) показав обернену залежність потенційної забур'яненості ґрунту від технологічних операцій основного обробітку. Найвищий банк насіння сегеталів в обох системах удобрення сформувався на варіантах оранки на 20–22 см і складав 25,8–19,4 шт./м², найнижчих значень цей показник набував в мінімальній системі при прямому всіванні насіння культури й становив 22,9–17,1 шт./м². Найвища кількість сегетальної рослинності (актуальна забур'яненість) в посівах пшениці озимої була у фазі сходів культури на фонах дискування за комбінованої системи основного обробітку ґрунту і складала залежно від систем удобрення 183–203 шт./м². Нижчий рівень забур'янення спостерігався на варіантах оранки на 20–22 см – 166–187 шт./м². Найменш забур'янені були ділянки на гербіцидних фонах – 91–101 шт./м². Аналогічні результати щодо впливу технологій основного обробітку ґрунту та удобрення на формування гербологічного стану посівів отримано в агроценозах кукурудзи на силос, вівса та бобів кормових.

Ключові слова: гербологічний стан, потенційна забур'яненість, актуальна забур'яненість, сівозміна, обробіток ґрунту, удобрення.

Herbological condition of agricultural crops in short-rotation crop rotation depending on the main tillage and fertilization systems

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

About authors:

Oksana KACHMAR
ORCID: 0000-0002-0382-6030

Oksana VAVRYNOVYCH
ORCID: 0000-0003-3466-1432

Iлона SAVERYN
ORCID: 0000-0002-2669-6056

For corresponding:

Oksana KACHMAR
e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

July 19, 2023

Accepted:

October 19, 2023

Peculiarities of the formation of the herbological condition of agricultural crops in a four-field grain-forage rotation under different systems of main tillage and fertilization were studied. It was established that in winter wheat crops in the 0–10 cm soil layer, the highest seed bank of segetals was noted in the variants of both intensive (30.9 pcs./m²) and alternative (19.8 pcs./m²) fertilization system with chemical treatment (minimal system of main tillage). Carrying out disking at 10–12 cm (combined system of main tillage) on the studied fertilized backgrounds ensured lower values of segetal seeds – 27.6 and 17.2 thousand pcs./m². Plowing at 20–22 cm under winter wheat in the traditional system of main tillage contributed to the decrease of this indicator to 24.4 and 16.1 thousand units/m² respectively by soil layers. The analysis of potential soil weediness in the lower layers (10–20 cm) showed an inverse dependence of potential soil weediness on the technological operations of the main tillage. The highest seed bank of segetals in both fertilization systems was formed on variants of plowing at 20–22 cm and amounted to 25.8–19.4 pcs./m². This indicator acquired the lowest values in the minimal tillage system with direct sowing of crop seeds and amounted to 22.9–17.1 pcs./m². The highest amount of segetal vegetation (current weediness) in winter wheat crops was in the seedling phase of the crop on the background of disking under the combined system of the main tillage and was 183–203 units/m² depending on the fertilization system. Lower level of weeding was observed on plowing options at 20–22 cm – 166–187 pcs./m². The areas with herbicide backgrounds were the least weedy – 91–101 pcs./m². Similar results regarding the influence of the technologies of basic tillage and fertilization on the formation of the herbological state of crops were obtained in agrocenoses of corn for silage, oats and forage legumes.

Keywords: herbological condition, potential weediness, actual weediness, crop rotation, tillage, fertilization.

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

Вступ. Пошук ефективних технологічних чинників управління гербологічним станом агрофітоценозів, напрямів зниження шкідливої дії бур'янового компонента в посівах сільськогосподарських культур має надзвичайно важливе значення в сучасних системах землеробства, оскільки є одним з визначальних факторів, що впливають на рівень продуктивності аграрного виробництва [1].

Внаслідок значного адаптивного потенціалу щодо умов життєіснування, високого рівня конкурентоздатності, великої кількості енергомісткого насіння сеgetали у більшості своїй домінують за

світло, вологу й поживу над культурними рослинами у фітоагрупуваннях [18, 22, 29].

У польових ценозах бур'янова складова значно переважає за чисельністю і видовим різноманіттям. В агроєкосистемах завжди присутні експреленти, які швидше розвиваються, мають глибшу кореневу систему та вищий транспіраційний коефіцієнт у порівнянні з культурними рослинами [32, 40]. Так, коренева система вівса, ячменю, гороху, сої проникає на глибину 1,2–1,5 м, у той час, як корені вівсюга (*Avena fatua*) досягають глибини 2 м, буркуну (*Melilotus albus*) – 5,5 м, а осоту рожевого (*Cirsium arvense*) – 7,2 м,

що дає їм переваги в конкуруванні за воду й поживні елементи [2, 7, 18].

Крім того, попри інтенсивне використання гербіцидів у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур, ґрунтове середовище характеризується високою потенційною забур'яненістю, яка може реалізуватися у чисельні популяції сегеталів [12, 14, 21].

За науковими даними в орному шарі одного гектара ріллі міститься від 250 млн до 4–6 млрд шт. насінин бур'янів, а також велика кількість органів їх вегетативного розмноження [24, 25, 30].

Науково доведеним є також прояви негативного алелопатичного впливу бур'янів (насіння, рослин, рослинних решток). Зокрема, насіння щириці звичайної (*Amaranthus retroflexus*) пригнічує проростання пшениці, проса і ріст зародкових корінців цих культур. Рослини щириці, які вегетують також проявляють значний алелопатичний вплив на проростання зернових культур. Встановлено агресивність пирію повзучого (*Elymus repens* (L.) Gould), лободи білої (*Chenopodium album*), росички круглolistої (*Drosera rotundifolia* L.) на кукурудзу [32, 35, 39].

Важливими агротехнологічними факторами впливу на гербологічний стан ґрунту і посівів сільськогосподарських культур, контролю їх шкодочинності є науково обґрунтовані системи сівозмін, обробітку ґрунту і удобрення [4, 8, 11].

Структура сівозмін, насичення її різновидовими, біологічно контрастними рослинами, наявність оптимального попередника є ефективним заходом управління фітоценозами, підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських культур щодо бур'янів. Так, чергування посівів озимих й ярих культур у сівозміні оптимізує чисельність та запобігає поширенню озимих і тих що зимують видами бур'янів у посівах [6, 15, 16].

Технології механічного обробітку ґрунту, оптимізовані щодо біологічних

особливостей та вимог конкретної сільськогосподарської культури та інтегровані в технологію її вирощування є ефективним заходом управління гербологічним станом агроценозів [3, 10, 23]. Виконуючи завдання регулюванням водного, повітряного та поживного режимів ґрунту, заходи механічного обробітку ґрунту також забезпечують знищення бур'янових синузій у посівах [26, 28, 37].

Вплив удобрення на гербологічний стан посівів є різновекторним: з одного боку підвищення ефективної родючості ґрунту сприяє оптимізації поживного режиму як для культурних рослин, так і асоціацій бур'янів; з іншого, за інгібування стартового розвитку сегеталів, забезпечує кращі можливості вегетування культурних рослин та підвищення їх конкурентних можливостей щодо експрелентів [20, 27, 34].

Тому, дослідження комплексного впливу всіх підсистем землеробства, ефективного їх поєднання має важливе значення для формування фітоценотичного комфорту в агроценозах, забезпечує зниження гербологічного тиску сегеталів, сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур.

Матеріали і методи. Дослідження виконували протягом 2016–2020 рр. в умовах багаторічного експериментального полігону, закладеного в зоні Західного Лісостепу на сірому лісовому поверхнево оглеєному крупнопилуватолегко-суглинковому ґрунті, просторово розміщеного в с. Ставчани Львівської області. Кількість досліджуваних факторів – 2 (ділянки першого порядку (фактор А) – системи основної обробітку ґрунту, другого (фактор Б) – системи удобрення). Повторність триразова. Розташування варіантів послідовне.

Сівозміна зерно-кормова з наступним чергуванням культур: боби кормові – пшениця озима – кукурудза на силос – овес. Насичення сівозміни зерновими – 50 %, кормовими культурами – 25 %, просапними – 25 %.

Фактор А. 1. Традиційний обробіток (різноглибинна оранка); 2. Комбінований обробіток (кормові боби та кукурудза на силос – полицевий обробіток (14–16 та 25–27 см), а пшениця озима та овес – дискування (10–12 см); 3. Мінімальний обробіток (кормові боби – оранка (12–14 см), пшениця озима (хімічний обробіток), кукурудза на силос – чизелювання (25–27 см), овес – дискування (10–12 см).

Фактор Б. 1. Інтенсивна система удобрення (внесення на гектар сівозмінної площі $N_{83}P_{78}K_{78} + 10$ т/га гною); 2. Альтернативна система удобрення ($N_{33}P_{35}K_{35} + 10$ т/га гною + побічна продукція (п. п.) + сидерат).

Оранку проводили плугом ПН-4-40, чизельний обробіток – чизелем ПЧ-2,5, передпосівний обробіток ґрунту – агрегатом «Європак», передпосівне коткування – котками 3 КК-6. Хімічний обробіток проводили шляхом внесення гербіциду Раундап. Для захисту культур від бур'янів вносили гербіциди: під пшеницю озиму – бакову суміш Гроділ Максі + Зенкор восени в фазі кушення культури, під боби кормові – досходовий препарат Дуал Голд, під овес – Гранстар у фазі кушення культури, під кукурудзу – МайсТер Пауер у фазі 5–7 листків культури.

Кількісно-видовий склад бур'янів вивчали на фіксованих облікових ділянках з площею 0,25 м² в 4-х кратній повторності за основними фазами вегетації культур; потенційну забур'яненість (кількість насіння бур'янів) ґрунту досліджували шляхом відбору зразків буром в 15–20

точках дослідних ділянок у 3-х кратній повторності з подальшим відмиванням їх на ситах з діаметром 0,25 мм згідно з методикою випробування і застосування пестицидів [13].

У процесі проведення досліджень використовували методи: польовий – для визначення зв'язку між урожаєм і засобами впливу на нього; кількісно-ваговий – для оцінки забур'яненості посівів.

Результати та обговорення. Поява сходів, ріст і розвиток бур'янів можливі за наявності в ґрунті життєздатних насінневих запасів чи вегетативних зачатків, відповідних екологічних умов [9, 17]. Тому для правильного планування та ефективного захисту посівів від бур'янів як агротехнічними, так і хімічними заходами потрібно оцінити запаси їх насіння в ґрунті.

Потенційна засміченість полів визначається кількістю насіння бур'янів або їх вегетативних зачатків, що містяться в певному шарі ґрунту на одиниці площі [19, 33, 36].

Дослідженнями встановлено, що на формування потенційної забур'яненості проявляють вплив як системи основного обробітку ґрунту, так і удобрення [5, 31, 38]. В посівах пшениці озимої в 0–10 см шарі ґрунту в середньому за трирічний період (2017, 2019–2020 рр.) найвищий банк насіння сегеталів відмічено (табл. 1) на варіантах як інтенсивної (30,9 шт./м²), так і альтернативної (19,8 шт./м²) системи удобрення за хімічного обробітку (мінімальна система основного обробітку).

1. Потенційна забур'яненість озимою пшениці під впливом обробітків та удобрення, 2017, 2019–2020 рр.

№ з/п	Варіанти дослідю		Банк насіння бур'янів, тис. шт./м ²	
	Спосіб основного обробітку	Удобрення	шар ґрунту, см	
			0–10 см	10–20 см
1	2	3	4	5
1	Оранка, 20–22 см	$N_{120}P_{90}K_{90}$	24,4	25,8
2		$N_{50}P_{90}K_{90} + \text{п. п.}$	16,1	19,4
3	Дискування, 10–12 см	$N_{120}P_{90}K_{90}$	27,6	23,7
4		$N_{50}P_{90}K_{90} + \text{п. п.}$	17,2	17,9

1	2	3	4	5
5	Хімічний обробіток	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	30,9	22,9
6		N ₅₀ P ₉₀ K ₉₀ + п. п.	19,8	17,1

НІР₀₅, шт./м² для:

обробітку ґрунту	1,0	0,7
удобрення	1,7	1,2
взаємодії обробітку ґрунту + удобрення	2,1	1,6

Проведення дискування на 10–12 см (комбінована система основного обробітку) на зазначених удобрюваних фонах забезпечувало нижчі значення насіння сегеталів – 27,6 й 17,2 тис. шт./м².

Оранка на 20–22 см під пшеницю озиму в традиційній системі основного обробітку сприяла зниженню цього показника до 24,4 й 16,1 тис. шт./м² відповідно за пластами ґрунту.

Аналіз потенційної забур'яненості ґрунту в нижчих пластах (10–20 см) показав обернену залежність потенційної забур'яненості ґрунту від технологічних операцій основного обробітку. Найвищий банк насіння сегеталів в обох системах

удобрення сформувався на варіантах оранки на 20–22 см і складав 25,8–19,4 шт./м², найнижчих значень цей показник набував в мінімалізованій системі при прямому всіванні насіння культури та становив 22,9–17,1 шт./м².

Дослідження середньої за 2017–2018 і 2020 роками досліджень потенційної забур'яненості ґрунту під кукурудзою показали (табл. 2), що у верхньому шарі (0–10 см) вищі значення цього показника були на варіантах інтенсивної системи удобрення за внесення безпосередньо під культуру 40 т гною на фоні мінеральних добрив і складала 26,7–28,3 тис. шт./м².

2. Потенційна забур'яненість кукурудзи впливом обробітків та удобрення, середнє за 2017–2018, 2020 рр.

№ з/п	Варіанти досліджу		Банк насіння бур'янів, тис. шт./м ²	
			шар ґрунту, см	
	Спосіб основного обробітку	Удобрення	0–10	10–20
1	Оранка, 25–27 см	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + 40 т гною	26,7	27,3
2		N ₅₀ P ₉₀ K ₉₀ + п. п. + сидерат	17,6	22,1
3	Чизелювання, 25–27 см	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + 40 т гною	28,3	25,1
4		N ₅₀ P ₉₀ K ₉₀ + п. п. + сидерат	18,9	21,3

НІР₀₅, шт./м² для:

обробітку ґрунту	1,1	0,7
удобрення	1,9	1,3
взаємодії обробітку ґрунту + удобрення	2,2	1,6

Комбінації половинних доз мінеральних добрив (N₅₀P₉₀K₉₀), побічної продукції попередника – пшениці озимої й післяжнивної сидеральної культури редьки олійної забезпечували меншу потенційну забур'яненість – 17,6–18,9 тис. шт./м². Порівняння впливу технологій основного обробітку показало нижчі на 6,0 % значення цього показника у варіантах оранки на

25–27 см в порівнянні до чизелювання на таку ж глибину в пласті 0–10 см і вищі на 8,1 % в шарі 10–20 см.

Дослідженнями впливу різноглибинних оранок на потенційну забур'яненість в посівах бобів кормових встановлено, що проведення полицевих технологічних операцій на глибину 20–22 см в умовах традиційної та

комбінованої систем основного обробітку ґрунту забезпечує вищий рівень фітосанітарної чистоти ґрунту в порівнянні

до безполицевого рихлення на 14–16 см в умовах мінімальної системи (табл. 3).

3. Потенційна забур'яненість бобів кормових під впливом обробітків та удобрення, середнє за 2018-2020 рр.

№ з/п	Варіанти дослідів		Банк насіння бур'янів, тис. шт./м ²	
			шар ґрунту, см	
	Спосіб основного обробітку	Удобрення	0–10	10–20
1	Оранка 20–22 см	N ₃₀ P ₇₀ K ₇₀	23,3	24,7
2		P ₃₀ K ₃₀ + п. п. + сидерат	18,4	17,3
3	Оранка 14–16 см	N ₃₀ P ₇₀ K ₇₀	25,1	25,6
4		P ₃₀ K ₃₀ + п. п. + сидерат	20,6	18,0

НІР₀₅, шт./м² для:

обробітку ґрунту

0,8

0,6

удобрення

1,3

1,1

взаємодії обробітку ґрунту + удобрення

1,7

1,3

На варіантах внесення N₃₀P₇₀K₇₀ за інтенсивної системи удобрення засміченість 0–10 см шару насінням сегеталів складала за оранки на 20–22 см 23,3 тис. шт./м², за оранки на 14–16 см відповідно 25,1 тис. шт./м²; в шарі 10–20 см – 24,7 й 25,6 тис. шт./м². На альтернативних фонах при половинних дозах мінеральних добрив та зароблянні редьки олійної на сидерат ці показники знаходились на рівні 18,4 й 20,6 тис. шт./м² в 0–10 см пласті

ґрунту та 17,3 й 18,0 тис. шт./м² на глибині 10–20 см.

Вивчення потенційної забур'яненості в під посівами вівса показало (табл. 4), що оранка на 20–22 см мала переваги як регулятор фітосанітарної засміченості ґрунту насінням сегеталів в порівнянні до технологій різноглибинного дискування як на фонах інтенсивної, так і альтернативної систем удобрення.

4. Потенційна забур'яненість вівса під впливом обробітків та удобрення, 2017–2019 рр.

№ з/п	Варіанти дослідів		Банк насіння бур'янів, тис. шт./м ²	
			шар ґрунту, см	
	Спосіб основного обробітку	удобрення	0–10	10–20
1	2	3	4	5
1	Оранка 20–22 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	25,2	26,4
2		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	15,7	17,8
1	2	3	4	5
3	Дискування 14–16 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29,6	27,3
4		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	16,9	16,6
5	Дискування 10–12 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30,8	27,9
6		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	17,3	16,1

НІР₀₅, шт./м² для:

обробітку ґрунту

0,7

0,6

удобрення

1,4

1,2

взаємодії обробітку ґрунту + удобрення

1,9

1,4

Встановлено, що використання оранки на 20–22 см в традиційній системі основного обробітку ґрунту на обох фонах удобрення сприяло зниженню забур'яненості ґрунту до рівня 25,2–15,7 тис. шт./м² в пласті 0–10 см і до 26,4–17,8 тис. шт./м² в 10–20 см. Заміна полицевих знарядь на безполицеві шляхом застосування дискової борони на глибину 14–16 см (комбінована система) призводило до накопичення насіння бур'янів до значень 29,6–16,9 та 27,3–16,6 тис. шт./м² за досліджуваними ґрунтовими пластами. Зменшення глибини проходження дискових знарядь до 10–12 см (мінімальна система) спричиняло збільшення банку насіння сегеталів до рівня 30,8–17,3 та 27,9–16,1 тис. шт./м² відповідно в 0–10 та 10–20 см шарах ґрунту. Однак, на фонах альтернативної системи удобрення різниця між варіантами дискування була математично невірогідною за обома пластами ґрунту.

Таким чином, найменші насінні банки сегетальної рослинності в ґрунті незалежно від систем удобрення формуються за проведення полиневої оранки; зменшення глибини полицевих операцій, або заміна їх на дискові призводить до зростання величини потенційної забур'яненості ґрунту.

Серед чинників, що суттєво впливають на урожайність сільськогосподарських культур є актуальна забур'яненість посівів. Втрата врожаю польових культур від бур'янів залежно від ступеня забур'яненості може складати від

10 до 60 % і більше. Деякі науковці стверджують, що зростання кількості бур'янів у повторних посівах відбувається шляхом специфічних бур'янів, стійких до гербіциду [23, 29, 30]. Доведено, що одним з елементів обмеження шкідливості бур'янів є використання різних систем обробітку ґрунту на тлі систем удобрення в короткоротаційних сівозмінах [1, 4, 20].

Зараз відсутня єдина думка щодо оптимальних способів, заходів, глибин і засобів обробітку для забезпечення ефективного контролю бур'янів в агроценозах. Це зумовлено тривалим впливом метеорологічних чинників в окремих регіонах, технологій вирощування культур, структури сівозмін тощо на формування специфічного для конкретного агроландшафту бур'янового угруповання, яке потребує диференційованих заходів і засобів щодо його регулювання [28, 30].

Дослідженнями, проведеними в посівах пшениці озимої впродовж основних фаз вегетації у середньому за 2019–2020 рр. в умовах чотирирічної зерно-кормової сівозміни встановлено, що найвища кількість сегетальної рослинності була у фазі сходів культури на фонах дискування за комбінованої системи основного обробітку ґрунту і складала залежно від систем удобрення 183–203 шт./м². Нижчий рівень забур'янення спостерігався на варіантах оранки на 20–22 см – 166–187 шт./м². Найменш забур'яненіми були ділянки на гербіцидних фонах – 91–101 шт./м² (табл. 5).

5. Забур'яненість озимої пшениці під впливом обробітків та удобрення, 2017, 2019–2020 рр.

№ з/п	Варіанти досліджу		Забур'яненість, шт./м ²			Повітряно-суха маса, г/м ²
			Фаза розвитку рослин			
	Спосіб основного обробітку	Удобрення	сходи	колосіння	повна стиглість	
1	Оранка 20–22 см	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	166	71	53	36,3
2		N ₅₀ P ₉₀ K ₉₀ + п. п.	187	86	63	61,3
3	Дискування 10–12 см	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	183	82	59	42,4
4		N ₅₀ P ₉₀ K ₉₀ + п. п.	203	94	71	65,8
5	Хімічний обробіток	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	91	63	43	32,2
6		N ₅₀ P ₉₀ K ₉₀ + п. п.	101	69	47	53,1

Внесення у фазі осіннього кушення бакової суміші гербіцидів (Гроділ Максi + Зенкор) забезпечило зниження забур'яненості посівів і у фазі колосіння кількість сегетальної рослинності складала за варіантами удобрення: на оранці на 20–22 см – 71–86 шт./м², за дискування на 10–12 см – 82–94 шт./м², на хімічних фонах – 63–69 шт./м². Таким чином, дія пестицидів забезпечила тривалий захист культури від експрелентів. До настання повної стиглості пшениці озимої вплив засобів захисту знижувався, однак кількість бур'янів зменшувалась. Це пояснюється вищим ступенем конкурентоздатності культури у відношенні до сегеталів, яку на фоні добрив забезпечували гербіциди. За період їх дії пшениця озима краще розвинулась, сформувала високу вегетативну масу і,

затінюючи пророслі експреленти, пригнічувала їх ріст і розвиток.

Облік повітряно-сухої маси бур'янів показав, що нижчі значення цього показника були на варіантах хімічного обробітку. За варіантами удобрення він складав 32,2–53,1 г/м². Порівняння впливу систем удобрення засвідчило вищу повітряно-суху масу сегеталів на альтернативних удобрюваних фонах.

Порівняння впливу оранки на 25–27 см і чизелювання, проведеного на таку ж глибину, на забур'яненість посівів кукурудзи, згідно з середніми даними за 2018 й 2020 рр., показало вищий рівень експрелентного навантаження в фітоценозах на безполицевих фонах протягом всього періоду вегетації кукурудзи (табл. 6).

6. Забур'яненість кукурудзи під впливом обробітків та удобрення, 2017-2018, 2020 рр.

№ з/п	Варіанти дослідів		Забур'яненість, шт./м ²			Повітряно-суха маса, г/м ²
			Фаза розвитку рослин			
	Спосіб основного обробітку	Удобрення	сходи	колосіння	повна стиглість	
1	Оранка 25–27 см	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + 40 т гною	268	84	63	44,3
2		N ₅₀ P ₄₀ K ₄₀ + 40 т гною + п. п. + сидерат	208	61	49	42,8
3	Чизелювання 25–27 см	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + 40 т гною	361	103	74	45,3
4		N ₅₀ P ₄₀ K ₄₀ + 40 т гною + п. п. + сидерат	322	96	68	44,9

Найвищих значень цей показник набував у фазі сходів і складав за варіантами удобрення на полицевих фонах 26–208 шт./м², на безполицевих – 361–322 шт./м². Обприскування посівів культури у фазі 5–7 листків післясходовим гербіцидом широкого спектра дії МайсТер Пауер забезпечило зниження забур'яненості посівів впродовж подальшого вегетування культури. Від фази викидання волотей до повної стиглості кукурудзи на варіантах оранки за інтенсивної системи удобрення цей показник змінювався в межах 84–63 шт./м². При внесенні N₅₀P₄₀K₄₀ + 40 т гною + п. п. +

сидерат в альтернативній системі рівень забур'яненості був 61–49 шт./м².

Заміна оранки на чизелювання на таку ж глибину спричинила вищий рівень забур'яненості за інтенсивної системи у 1,2 раза, за альтернативної – 1,6–1,4 рази. Найвища повітряно-суха маса сегеталів була на безполицевих фонах і складала 44,9–45,3 г/м².

Аналіз забур'яненості бобів кормових показав переваги оранки на 20–22 см в оптимізації гербологічного стану посівів (табл. 7). На час сходів культури кількість сегеталів була невисокою шляхом внесення досходового гербіциду Дуал Голд і змінювалась залежно від системи

удобрення в межах 78–86 шт./м² на варіантах оранки на 20–22 см і 94–113 шт./м² при зменшенні її глибини до 14–16 см. До настання фази цвітіння бобів кормових дія гербіциду послаблювалась й спостерігалась друга хвиля проростання

сегетальної рослинності. Відповідно за варіантами різноглибинної оранки на фонах удобрення кількість експрелентів у цій фазі складала 212–223 шт./м² (оранка на 20–22 см) й 229–241 шт./м² (оранка на 14–16 см).

7. Забур'яненість бобів кормових під впливом обробітків та удобрення, 2018–2020 рр.

№ з/п	Варіанти досліду		Забур'яненість, шт./м ²			Повітряно-суха маса, г/м ²
			Фаза розвитку рослин			
	Спосіб основного обробітку	Удобрення	сходи	колосіння	повна стиглість	
1	Оранка 20–22 см	N ₃₀ P ₇₀ K ₇₀	78	212	99	66,9
2		P ₃₀ K ₃₀ + п. п. + сидерат	86	223	104	73,2
3	Оранка 14–16 см	N ₃₀ P ₇₀ K ₇₀	94	229	111	78,3
4		P ₃₀ K ₃₀ + п. п. + сидерат	113	241	124	91,1

Попри те, що кількість експрелентів була значною, вони не спричинили особливого дискомфорту для культурних рослин в агроценозі, що пов'язане з високою конкурентоздатністю бобів кормових на цих фазах розвитку. Фітомаса культури була високою й відбувалось пригнічення нею експрелентів. Рослини-бур'яни, недотримуючи поживи й світла під щільним покривом культури, були слабкими й неконкурентоздатними.

На час повної стиглості культури, залежно від удобрення, на варіантах оранки на 20–22 см кількість бур'янів були в межах 99–104 шт./м², на варіантах мілкої оранки (14–16 см) – 111–124 шт./м².

Повітряно-суха маса бур'янів також була вищою за застосування оранки на 14–16 см і складала 78,3–91,1 г/м².

Таким чином, внесення гербіциду забезпечувало чистоту посівів бобів кормових від бур'янів вже у ранніх фазах їх розвитку, створювало комфортні фітоценотичні умови для росту і розвитку культури, давало можливість формуватись високій фітомасі, яка надалі, займаючи повністю екологічну нішу агросистеми, не давала можливості для росту численній кількості бур'янів другої хвилі, які проросли внаслідок послаблення дії гербіциду.

Дослідження процесів формування гербологічного стану в посівах вівса показало переваги оранки на 20–22 см у порівнянні до різноглибинних безполицевих операцій. Найвища забур'яненість посівів у всі фази розвитку культури спостерігалась при дискуванні на 10–12 см як за інтенсивної, так і альтернативної систем удобрення й складала у фазі сходів 428–441 шт./м², при колосінні – 136–149 шт./м², у фазі повної стиглості – 15–167 шт./м². Збільшення глибини дискування до 14–16 см сприяло зниженню бур'янової компоненти в посівах і впродовж вегетації склало 374–396, 96–119, 124–139 шт./м² відповідно за удобренням і досліджуваними фазами розвитку рослин (табл. 8).

Найвищу гербологічну чистоту посівів вівса забезпечувала оранка на 20–22 см – 337–359, 69–81, 108–112 шт./м² відповідно на досліджуваних фонах удобрення і за фазами вегетації культури.

Таким чином, моніторинговий аналіз гербологічного стану в посівах вівса показав динаміку зниження кількості експрелентів від фази сходів (найвища кількість сегеталів) до повної стиглості. Застосування препарату Гранстар у фазі кушення культури забезпечило зменшення забур'яненості у фазі колосіння, створило

зони гербологічного комфорту для росту й розвитку вівса, сприяло формуванню опірності рослин тиску бур'янів, зростанню їх конкурентоспроможності, яка зберігалась в умовах, коли дія препарату

захисту послабилась. Найвищий гербологічний ефект забезпечувала оранка на 20–22 см за інтенсивної системи удобрення.

8. Забур'яненість вівса під впливом обробітків та удобрення, 2017-2019 рр.

№ з/п	Варіанти досліджу		Забур'яненість, шт./м ²			Повітряно-суха маса, г/м ²
			Фаза розвитку рослин			
	Спосіб основного обробітку	Удобрення	сходи	колосіння	повна стиглість	
1	Оранка 20–22 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	337	69	108	21,7
2		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	359	81	112	22,4
3	Дискування 14–16 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	374	96	124	23,3
4		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	396	119	139	24,0
5	Дискування 10–12 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	428	136	151	24,9
6		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + п. п.	441	149	167	25,5

Висновки. Таким чином, з'ясовано, що на формування потенційної забур'яненості ґрунту та актуальної – посівів сільськогосподарських культур проявляють вплив як системи його основного обробітку, так і удобрення.

В посівах пшениці озимої в 0–10 см шарі ґрунту вищий банк насіння сегеталів відмічено на варіантах як інтенсивної (30,9 шт./м²), так і альтернативної (19,8 шт./м²) системи удобрення за хімічного обробітку (мінімальна система основного обробітку). Нижчі на 6,0 % значення потенційної забур'яненості ґрунту в посівах кукурудзи були на варіантах оранки на 25–27 см в порівнянні

до чизелювання на таку ж глибину в пласті 0–10 см і вищі на 8,1 % в шарі 10–20 см.

Вища кількість сегетальної рослинності була у фазі сходів пшениці озимої на фонах дискування за комбінованої системи основного обробітку ґрунту (дискування на 10–12 см) і складала залежно від систем удобрення 183–203 шт./м². Нижчий рівень забур'янення спостерігався на варіантах оранки на 20–22 см – 166–187 шт./м². Найвищу фіточистоту посівів вівса забезпечувала оранка на 20–22 см – 337–359, 69–81, 108–112 шт./м² відповідно на досліджуваних фонах удобрення і за фазами вегетації культури.

Список використаної літератури

1. Вавринович О. В., Качмар О. Й., Дубицька А. О. Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 3–17. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/70-1/4.pdf>.
2. Визначення агрофітоценозу бур'янів у сучасних технологіях вирощування пшениці озимої / С. В. Маслійов та ін. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 11–12 (258). С. 1–4. DOI: 10.36495/2312-0614.2019.11-12.1-4.
3. Вплив обробітків ґрунту на забур'яненість посівів пшениці озимої в умовах Полісся України / Н. В. Грицюк та ін. *Наукові*

References

1. Vavrynovych O. V., Kachmar O. Y., Dubytska A. O. The influence of the crop rotation factor on the herbological condition of corn crops. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2018. Issue 64. P. 3–17. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/70-1/4.pdf>.
2. Determination of agrophytocenosis of weeds in modern technologies of growing winter wheat / S. V. Masliiov et al. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2019. No. 11–12 (258). P. 1–4.
3. The influence of tillage on the weediness of winter wheat crops in the conditions of Polissia of Ukraine / N. V. Hrytsiuk et al. *Naukovi horyzonty*. 2020. No. 5 (90). P. 15–21. <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/11195>.

горизонти. 2020. № 5 (90). С. 15–21. <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/11195>.

4. Вплив способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення на забур'яненість посівів польових культур / В. П. Ткачук та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 70–73. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.11>.

5. Забур'яненість пшениці озимої за мінімізованої та нульової систем основного обробітку ґрунту, вдобрення та сидерації / Р. А. Вожегова та ін. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 5–9. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2020.4.1>.

6. Іванюк В. Особливості забур'янення пшениці озимої за вирощування її беззмінно та в сівозміні. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія : Агронімія. 2017. № 21. С. 43–48.

7. Кирилюк В. П. Вплив тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту на формування бур'янового компоненту посівів пшениці озимої. *Наукові горизонти*. 2018. № 1 (64). С. 49–55. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/9487>.

8. Коваленко А. М., Малярчук А. С. Вплив обробітку ґрунту та доз азотних добрив на фітосанітарний стан посівів і урожайність ріпаку озимого. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. Вип. 21. С. 84–89. http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpiok_2014_21_14.

9. Левченко Л. М. Залежність забур'яненості пшениці озимої від системи обробки ґрунту в короткоротаційній сівозміні. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2019. № 27. С. 18–24. DOI: 10.47414/np.27.2019.211078.

10. Манько Ю. П., Литвиненко І. В. Багаторічний моніторинг впливу систем основного обробітку ґрунту в зернопросапній сівозміні на забур'яненість ріллі. *Зб. наук. праць. Спец. вип. Бур'яни, особливості їх біології та системи контролювання у посівах с.-г. культур*. 2012. С. 143–149.

11. Молдован В. Г. Фітосанітарний стан посівів пшениці озимої залежно від сівозмінного чинника та системи удобрення. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 2. С. 4–6.

12. Танчик С. П., Павлов, О. С., Чумбей В. В. Потенційна забур'яненість ґрунту залежно від його обробітку за вирощування гречки посівної в Прикарпатті України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 1 (83). С. 1–12. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.01.006>.

13. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін. Київ : Світ. 2001. 428 с.

14. Цвей, Я. П., Іваніна, Р. В., Дубовий, Ю. П. Екологічний контроль чисельності бур'янів у посівах пшениці озимої. *Карантин і захист рослин*. 2020. № 1. С. 16–19. DOI: 10.36495/2312-0614.2020.01.16-19.

15. Цвей, Я. П., Мирошніченко, М. С., Левченко, Л. М. Забур'яненість пшениці озимої

4. The influence of methods of basic tillage and fertilization systems on weediness of field crops / V. P. Tkachuk et al. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No. 1. P. 70–73. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.11>.

5. Contamination of winter wheat under minimized and zero systems of basic tillage, fertilization and sideration / R. A. Vozhehova et al. *Ahrarni innovatsii*. 2020. No. 4. P. 5–9. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2020.4.1>

6. Ivaniuk V. Peculiarities of weeding of winter wheat during its continuous cultivation and in crop rotation. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Ahronomiia*. 2017. No. 21. P. 43–48.

7. Kyryliuk V. P. The influence of long-term use of the main tillage systems on the formation of the weed component of winter wheat crops. *Naukovi horyzonty*. 2018. No. 1 (64). P. 49–55. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/9487>

8. Kovalenko A. M., Maliarchuk A. S. The effect of tillage and doses of nitrogen fertilizers on the phytosanitary condition of crops and the yield of winter rapeseed. *Naukovo-tehnichniy biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2014. Issue 21. P. 84–89. http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpiok_2014_21_14.

9. Levchenko L. M. Dependence of weediness of winter wheat on the tillage system in short-rotation crop rotation. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2019. No. 27. P. 18–24. DOI:10.47414/np.27.2019.211078.

10. Manko Yu. P., Lytvynenko I. V. Long-term monitoring of the influence of the main tillage systems in grain-row crop rotation on the weediness of arable land. *Zb. nauk. prats. Spets. vyp. Buriiany, osoblyvosti yikh biolohii ta systemy kontroliuvannia u posivakh s.-h. kultur*. 2012. P. 143–149.

11. Moldovan V. H. Phytosanitary condition of winter wheat crops depending on crop rotation factor and fertilization system. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2013. No. 2. P. 4–6.

12. Tanchyk S. P., Pavlov, O. S., Chumbei V. V. Potential weediness of the soil depending on its tillage by the cultivation of buckwheat in the Carpathian region of Ukraine. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2020. No. 1(83). P. 1–12. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.01.006>.

13. Test methods and application of pesticides / S. O. Trybel et al. Kyiv : World. 2001. 428 p.

14. Tsvei, Ya. P., Ivanina, R. V., Dubovyi, Yu. P. Ecological control of the number of weeds in winter wheat crops. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2020. No 1. P. 16–19. DOI: 10.36495/2312-0614.2020.01.16-19.

15. Tsvei, Ya. P., Myroshnychenko, M. S., Levchenko, L. M. Winter wheat contamination depending on soil treatment and fertilization system. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2018. No 26. P. 21–27.

16. Tsyliuryk O. I., Desiatnyk L. M., Berezovskyi S. V. Contamination of corn agrocenoses under the influence of tillage and

залежно від обробки ґрунту і системи удобрення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. № 26. С. 21–27.

16. Циліорик О. І., Десятник Л. М., Березовський С. В. Забур'яненість агроценозів кукурудзи під впливом обробки ґрунту та удобрення в північному Степу України. *Зернові культури*. 2020. Том. 4. № 1. С. 152–159. <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/4726>.

17. Чугрій Г. А. Оцінка ефективності вирощування пшениці озимої за трьома технологіями: інтенсивною, органо-адаптивною та органічною. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 166–173. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.112.24.

18. Andreasen C., Streibig J. C. Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries—based on Danish long-term surveys. *Weed Res.* 2011. Vol. 51. P. 214–226. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2010.00836.x.

19. Barberi, P., Lo Cascio, B. Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition. *Weed Res.* 2001. Vol. 41. P. 325–340. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2001.00241.x>.

20. Blackshaw R. E., Molnar L. J., Larney F. J. Fertilizer, manure and compost effects on weed growth and competition with winter wheat in western Canada. *Crop Prot.* 2005. Vol. 24. P. 971–980. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.01.021>.

21. Cardina J., Herms C., & Doohan D. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. *Weed Science.* 2002. Vol. 50 (4). P. 448–460. Doi: 10.1614/0043-1745(2002)050[0448:CRATSE]2.0.CO;2.

22. Chantre G. R., Gonzalez-Andujar J. L. Decision Support Systems for Weed Management. *Springer International Publishing: Cham, Switzerland*, 2020. 333 p. Doi: 10.1007/978-3-030-44402-0.

23. Chauhan B. S., Gill, G. S., Prseton, C. Tillage systems effects on weed ecology, herbicide activity and persistence: A review. *Aust. J. Exp. Agric.* 2006. Vol. 46. (12). P. 1557–1570. DOI: 10.1071/EA05291.

24. Hernandez Plaza E., Navarrete L., Gonzalez-Andujar J. L. Intensity of soil disturbance shapes functional diversity of weed communities: The long-term effect of different tillage system. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2015. Vol. 207. P. 101–108. DOI: 10.1016/j.agee.2015.03.031.

25. Key factors affecting weed seeds' germination, weed emergence, and their possible role for the efficacy of false seedbed technique as weed management practice. I. Travlos et al. *Front. Agron.* 2020. Vol. 2. Article 1. DOI:10.3389/fagro.2020.00001.

26. Légère A., Stevenson F. C., Ziadi, N. Contrasting Responses of Weed Communities and Crops to 12 Years of tillage and Fertilization Treatments. *Weed Technol.* 2008. Vol. 22. P. 309–317. DOI: 10.1614/WT-07-124.1.

27. Lehoczky E., Kismanyoky A. Study on the weediness of winter wheat in a long-term fertilization

fertilization in the Northern Steppe of Ukraine. *Zernovi kultury.* 2020. Tom. 4. No 1. P. 152–159. <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/4726>

17. Chuhrii H. A. Evaluation of the effectiveness of growing winter wheat using three technologies: intensive, organo-adaptive and organic. *Tavriyskyi naukovyi visnyk.* 2020. No 112. P. 166–173. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.112.24.

18. Andreasen C., Streibig J. C. Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries—based on Danish long-term surveys. *Weed Res.* 2011. Vol. 51. P. 214–226. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2010.00836.x.

19. Barberi, P., Lo Cascio, B. Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition. *Weed Res.* 2001. Vol. 41. P. 325–340. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2001.00241.x>.

20. Blackshaw R. E., Molnar L. J., Larney F. J. Fertilizer, manure and compost effects on weed growth and competition with winter wheat in western Canada. *Crop Prot.* 2005. Vol. 24. P. 971–980. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.01.021>.

21. Cardina J., Herms C., & Doohan D. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. *Weed Science.* 2002. Vol. 50 (4). P. 448–460. Doi: 10.1614/0043-1745(2002)050[0448:CRATSE]2.0.CO;2.

22. Chantre G. R., Gonzalez-Andujar J. L. Decision Support Systems for Weed Management. *Springer International Publishing: Cham, Switzerland*, 2020. 333 p. Doi: 10.1007/978-3-030-44402-0.

23. Chauhan B. S., Gill, G. S., Prseton, C. Tillage systems effects on weed ecology, herbicide activity and persistence: A review. *Aust. J. Exp. Agric.* 2006. Vol. 46. (12). P. 1557–1570. DOI: 10.1071/EA05291.

24. Hernandez Plaza E., Navarrete L., Gonzalez-Andujar J.L. Intensity of soil disturbance shapes functional diversity of weed communities: The long-term effect of different tillage system. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2015. Vol. 207. P. 101–108. DOI: 10.1016/j.agee.2015.03.031.

25. Key factors affecting weed seeds' germination, weed emergence, and their possible role for the efficacy of false seedbed technique as weed management practice / I. Travlos et al. *Front. Agron.* 2020. Vol. 2. Article 1. DOI: 10.3389/fagro.2020.00001.

26. Légère A., Stevenson F. C., Ziadi, N. Contrasting Responses of Weed Communities and Crops to 12 Years of tillage and Fertilization Treatments. *Weed Technol.* 2008. Vol. 22. P. 309–317. DOI: 10.1614/WT-07-124.1.

27. Lehoczky E., Kismanyoky A. Study on the weediness of winter wheat in a long-term fertilization field experiment. *Comm. Appl. Biol. Sci.* 2006. Vol. 71. P. 793–796. PMID: 17390822.

28. Linking weed patterns with soil properties: A long-term case study / S. Pätzold et al. *Precis. Agric.* 2020. Vol. 21, P. 569–588.

29. Pathan S. H., Kamble A. B., Gavit M. G. Integrated weed management in berseem. *Indian J. Weed Sci.* 2013. Vol. 45 (2). P. 148–150.

field experiment. *Comm. Appl. Biol. Sci.* 2006. Vol. 71. P. 793–796. PMID: 17390822.

28. Linking weed patterns with soil properties: A long-term case study / S. Pätzold et al. *Precis. Agric.* 2020. Vol. 21. P. 569–588.

29. Pathan S. H., Kamble A. B., Gavit M. G. Integrated weed management in berseem. *Indian J. Weed Sci.* 2013. Vol. 45 (2). P. 148–150. https://isws.org.in/IJWSn/File/2013_45_Issue-2_148-150.pdf.

30. Radicetti E., Mancinelli R. Sustainable Weed Control in the Agro-Ecosystems. *Sustainability.* 2021. Vol. 1. P. 8639. <https://doi.org/10.3390/su13158639>.

31. Residue cover, soil structure, weed infestation and spring cereal yields as affected by tillage and straw management on three soils in Norway. T. Seehusen et al. *Acta Agric. Scand. Sect. B – Soil Plant Sci.* 2017. Vol. 67. P. 93–109. DOI: 10.1080/09064710.2016.1221987.

32. Salonen J. Weed infestation and factors affecting weed incidence in spring cereals in Finland – A multivariate approach. *Agric. Food Sci.* 1993. Vol. 2. P. 525–536. DOI: <https://doi.org/10.23986/afsci.72678>.

33. Sosnoskie, L. M.; Herms, C. P.; Cardina, J. Weed seedbank community composition in a 35-yr-old tillage and rotation experiment. *Weed Sci.* 2006. Vol. 54. P. 263–273. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-05-001R2.1>.

34. Stoltz E., Nadeau E. Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Res.* 2014. Vol. 169. P. 21–29. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/aldr-e-bilder-och-dokument/intercrop-stoltznadeau.pdf>.

35. Swanton C., Nkoa R., Blackshaw R. Experimental Methods for Crop–Weed Competition Studies. *Weed Sci.* 2015. Vol. 63. P. 2–11. DOI: 10.1614/WS-D-13-00062.1.

36. The impact of different crop rotations by weed management strategies' interactions on weed infestation and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.) / M. Shahzad et al. *Agronomy.* 2021. Vol. 11. 2088.

37. Tillage as a driver of change in weed communities: A functional perspective / L. Armengot et al. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2016. Vol. 222. P. 276–285. DOI: 10.1016/j.agee.2016.02.021.

38. Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance / P. Hosseini et al. *Crop Prot.* 2014. Vol. 64. P. 1–6. DOI: 10.1016/j.cropro.2014.05.022.

39. Weed seed bank size and composition in a long-term tillage and crop sequence experiment / P. Ruisi et al. *Weed Res.* 2015. Vol. 55. P. 320–328. DOI: 10.1111/wre.12142.

40. Yenish J. P., Doll J. D., Buhler D. D. Effects of tillage systems on vertical distribution and viability of weed seed in soil. *Weed Sci.* 1992. Vol. 40. P. 429–433. DOI: 10.1017/S0043174500051869.

https://isws.org.in/IJWSn/File/2013_45_Issue-2_148-150.pdf.

30. Radicetti E., Mancinelli R. Sustainable Weed Control in the Agro-Ecosystems. *Sustainability.* 2021. Vol. 1. P. 8639. <https://doi.org/10.3390/su13158639>.

31. Residue cover, soil structure, weed infestation and spring cereal yields as affected by tillage and straw management on three soils in Norway / T. Seehusen et al. *Acta Agric. Scand. Sect. B – Soil Plant Sci.* 2017. Vol. 67. P. 93–109. DOI: 10.1080/09064710.2016.1221987.

32. Salonen J. Weed infestation and factors affecting weed incidence in spring cereals in Finland – A multivariate approach. *Agric. Food Sci.* 1993. Vol. 2. P. 525–536. DOI: <https://doi.org/10.23986/afsci.72678>.

33. Sosnoskie, L. M.; Herms, C. P.; Cardina, J. Weed seedbank community composition in a 35-yr-old tillage and rotation experiment. *Weed Sci.* 2006. Vol. 54. P. 263–273. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-05-001R2.1>.

34. Stoltz E., Nadeau E. Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Res.* 2014. Vol. 169. P. 21–29. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/aldr-e-bilder-och-dokument/intercrop-stoltznadeau.pdf>.

35. Swanton C., Nkoa R., Blackshaw R. Experimental Methods for Crop–Weed Competition Studies. *Weed Sci.* 2015. Vol. 63. P. 2–11. DOI: 10.1614/WS-D-13-00062.1.

36. The impact of different crop rotations by weed management strategies' interactions on weed infestation and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.) / M. Shahzad et al. *Agronomy.* 2021. Vol. 11. 2088. <https://doi.org/10.3390/agronomy11102088>.

37. Tillage as a driver of change in weed communities: A functional perspective / L. Armengot et al. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2016. Vol. 222. P. 276–285. DOI: 10.1016/j.agee.2016.02.021.

38. Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance / P. Hosseini et al. *Crop Prot.* 2014. Vol. 64. P. 1–6. DOI: 10.1016/j.cropro.2014.05.022.

39. Weed seed bank size and composition in a long-term tillage and crop sequence experiment / P. Ruisi et al. *Weed Res.* 2015. Vol. 55. P. 320–328. DOI: 10.1111/wre.12142.

40. Yenish J. P., Doll J. D., Buhler D. D. Effects of tillage systems on vertical distribution and viability of weed seed in soil. *Weed Sci.* 1992. Vol. 40. P. 429–433. DOI: 10.1017/S0043174500051869.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-9

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.872: 631.445.2: 631.816.1

**ФРАКЦІЙНИЙ ТА ГРУПОВИЙ СКЛАД ГУМУСУ
ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНОГО ҐРУНТУ
ЗА ТРИВАЛИХ АГРОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ****Ю. М. Оліфір, А. Й. Габриель, О. С. Гавришко, Т. В. Партика, Н. І. Козак**

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

Про авторів:

Юрій ОЛІФІР,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-7920-1854

Анна ГАБРИЕЛЬ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-4379-3269

Олег ГАВРИШКО,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-5458-0691

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

Надія КОЗАК,
ORCID: 0000-0002-2809-2432

Для листування:

Юрій ОЛІФІР
e-mail: olifir.yura@gmail.com

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
19 липня 2023 р.
Погоджено до друку:
17 жовтня 2023 р.

Особливу роль у генезі та формуванні родючості ґрунту, охороні навколишнього середовища та сталому розвитку сільського господарства відіграє органічна речовина ґрунту та її головний специфічний елемент – гумус. Всебічне вивчення режиму органічної речовини ґрунту, трансформаційних процесів зміни вмісту і якісних показників гумусу можливе на основі отримання вірогідної та об'єктивної інформації в умовах базових тривалих стаціонарних досліджень. Такі дослідження є особливо актуальні для ясно-сірих лісових поверхнево оглєєних ґрунтів з низьким вмістом гумусу та високою кислотністю ґрунтового розчину, що займають значні площі у Карпатському регіоні. Відомо, що антропогенне навантаження на агроландшафти цих ґрунтів у сучасних умовах має тенденцію до посилення і є вирішальним чинником, що спричинює деградацію ґрунтів і ґрунтового покриву, особливо за умов зміни клімату. 50-річні дослідження проведені в умовах довготривалого стаціонарного досліду свідчать про те, що груповий склад гумусу є прямим наслідком процесів трансформації органічної речовини та тісно пов'язаний із з системою землеробства. Органо-мінеральна система удобрення з внесенням у чотирипільній сівозміні $N_{65}P_{68}K_{68}$, гною 10 т/га сівозмінної площі на фоні вапнування $1,0$ н $CaCO_3$ за Нг на кінець VIII ротації в найбільшій мірі інтенсифікує процеси гумусонагромадження. При цьому вміст гумусу зростає до 1,91 % з одночасним покращенням його групового складу до 0,79 проти 0,63 на контролі без добрив шляхом зниження вмісту фульвокислот. Мінеральна система удобрення на ясно-сірих лісових ґрунтах ефективна лише на фоні вапнування. Внесення самих мінеральних добрив сприяє подальшій фульватизації гумусу шляхом зростання вмісту «агресивних» фульвокислот. Як наслідок, груповий склад гумусу наближається до контрольного варіанту і становить 0,63, а вміст гумусу зростає до 1,60 % проти 1,53 % на контролі без добрив.

Ключові слова: ґрунт, гумус, мінеральні добрива, гній, вапнування, кислотність, сівозмінна.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Оліфір Ю. М., Габриель А. Й., Гавришко О. С., Партика Т. В., Козак Н. І., 2023

Fractional and group composition of humus of light-gray forestal surface-gleyed soil under long-term agrogenic loads

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

About authors:

Yurii OLIFIR
ORCID: 0000-0002-7920-1854

Anna HABRYEL
ORCID: 0000-0003-4379-3269

Oleh HAVRYSHKO
ORCID: 0000-0002-5458-0691

Tetiana PARTYKA
ORCID: 0000-0001-7912-5292

Nadiia KOZAK
ORCID: 0000-0002-2809-2432

For corresponding:

Yurii OLIFIR
e-mail: olifir.yura@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:
July 19, 2023
Accepted:
October 17, 2023

A special role in the genesis and formation of soil fertility, environmental protection and sustainable development of agriculture is played by organic matter of the soil and its most stable important component – humus. A comprehensive study of the regime of soil organic matter, transformation processes of changes in content and quality indicators of humus is possible on the basis of obtaining reliable and objective information in the conditions of basic long-term stationary studies. Such studies are especially relevant for light-gray forestal surface-gleyed soils with low humus content and high acidity of the soil solution, which occupy large areas in the Carpathian region. It is known that the anthropogenic load on the agricultural landscapes of these soils in modern conditions tends to increase and is a decisive factor causing the degradation of soils and soil cover, especially under conditions of climate change. 50-year studies conducted in the conditions of a long-term stationary experiment show that the group composition of humus is a direct consequence of the processes of transformation of organic matter and is closely related to the agricultural system. The organo-mineral fertilization system with the application of $N_{65}P_{68}K_{68}$ manure in a four-field crop rotation, 10 t/ha of the crop rotation area on the background of liming of 1.0 n $CaCO_3$ per Hg at the end of the VIII th rotation, to the greatest extent intensifies the processes of humus accumulation. At the same time, the content of humus increases to 1.91% with a simultaneous improvement of its group composition to 0.79 against 0.63 in the control without fertilizers due to a decrease in the content of fulvic acids. The mineral fertilization system on light-gray forestal soils is effective only on the background of liming. The introduction of mineral fertilizers contributes to the further fulvatization of humus due to the increase in the content of "aggressive" fulvic acids. As a result, the group composition of humus approaches the control variant and is 0.63. The humus content increases to 1.60% against 1.53% in the control without fertilizers.

Keywords: soil, humus, mineral fertilizers, manure, liming, acidity, crop rotation.

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

Вступ. Органічна речовина ґрунту завжди була в центрі підвищеної уваги вчених і практиків. Це пов'язано з тим, що вона є одним із найважливіших факторів, який визначає агрономічний потенціал ґрунту. Ґрунтоутворення, як процес формування ґрунту, зумовлюється утворенням і нагромадженням гумусових речовин. Вони є однією з форм консервації вуглецю, що пройшов через біотичний колообіг [8].

Ґрунтовий гумусний ресурс як один із ключових чинників продуктивності земельних угідь потребує постійного

відтворення. Проте оптимальні параметри його вмісту та якості в різноманітних ґрунтових типах, так звані критичні зони, ще недостатньо досліджено [2].

Органічній речовині, зокрема, гумусу відводиться провідна роль у формуванні родючості ґрунту, охороні навколишнього середовища та сталому розвитку сільського господарства [31, 33]. Гумус є основою регулювання фізико-хімічних, агрофізичних та біологічних властивостей ґрунту, а його вміст визначає спрямованість ґрунтових процесів, екологічний стан і продуктивність ґрунтів [1, 35]. Водночас

гумус – відносно динамічна складова частина ґрунту, яка зазнає кількісних та якісних змін під впливом низки чинників, серед яких найвагомішою є виробнича діяльність людини [16, 33].

Збереження органічної речовини у ґрунтах орних земель є важливою стратегією, яка має подвійну мету: підвищення родючості ґрунту та пом'якшення впливу зміни клімату [25]. Проте, питання як зберегти стабільність накопиченого вуглецю та в якому напрямі йдуть процеси його трансформації при тривалому внесенні добрив, є надзвичайно інформативними, але і недостатньо вивченими.

В сучасних умовах особливої актуальності набули дослідження не просто загальної параметричної характеристики вмісту гумусу, але діагностики змін його складових під впливом антропогенних факторів [12]. Формування гумусного стану сучасних ґрунтів в агроекосистемах залежить від впливу не тільки природних, але, більшою мірою, агротехногенних факторів [22].

Серед інших факторів значний вплив на органічний вуглець у ґрунті має також кислотність [30]. Підвищення рН ґрунту вивільняє більше іонів Ca^{2+} , що сприяє утворенню мінерально-органічних хімічних комплексів, які зрештою можуть утримувати органічний вуглець на своїх поверхнях [27]. В кислих ґрунтах власне через кислу реакцію гумусові речовини збагачені рухомими сполуками, які слабко утримуються мінеральною частиною ґрунту [14].

Основним джерелом утворення і поповнення запасів гумусу є внесення у ґрунт органічних добрив та достатня кількість органічних решток рослин [3, 11, 16, 20]. Значна роль відводиться сівозмінному фактору та застосуванню мінеральних добрив, які впливають як прямо, так і опосередковано [3, 11, 21]. Проте мінеральні добрива, зокрема азотні, здатні підкислювати ґрунт, що призводить до підвищення розчинності гумусу і зростання його рухомості [32].

Опосередкована дія мінеральних добрив полягає в тому, що на удобрених варіантах урожаї вирощуваних культур дещо вищі, тому залишається більше рослинних решток, які виступають матеріалом для утворення гумусу [21, 26]. Згідно [32] акумуляція гумусу в ґрунті передусім залежить від співвідношення надходження органічної речовини та її втрат унаслідок мінералізації.

Склад органічної речовини ґрунту, її запаси та особливості якісних характеристик є основними індикаторами потенційної родючості. Зміна параметрів значною мірою залежить від інтенсивності способів землеробства, в першу чергу від системи застосування добрив [4].

Основну частину органічної речовини ґрунту (85–90 %) становлять високомолекулярні гумусові сполуки – гумінові й фульвокислоти [26]. Кількісний їх вміст є важливим індикатором якості гумусу, а співвідношення гумінових і фульвокислот (Сгк/Сфк) є діагностичним показником спрямованості зміни стану органічної речовини ґрунту та визначає тип гумусу [4]. Саме співвідношення гумінових кислот до фульвокислот, а також їх зміна є надзвичайно важливими у характеристиці гумусного стану орних земель внаслідок агрогенної трансформації ґрунту [34].

Як правило, окультурення бідних на поживні речовини підзолистих ґрунтів супроводжується зростанням частки гумінових кислот і зниженням «агресивних» фульвокислот [14]. Поліпшення гумусного стану шляхом інтенсифікації процесів гуміфікації – основний шлях відтворення, збереження й охорони родючості ґрунтів та підвищення екологічної стабільності агроландшафтів [15].

У науковій літературі простежується складність досліджень органічної речовини ґрунту і гумусу, наявність численних розбіжностей у поглядах, що спонукає неодноразово повертатися до перегляду основних положень, які стосуються самого факту існування гумусових речовин та їх природи [13]. На даний час є суперечливі

погляди щодо функціональної ролі окремих фракцій та груп гумусових речовин. Деякі вчені повністю заперечують концепцію гумінових речовин [24], інші стверджують, що вона є важливою [23].

Тому всебічне вивчення режиму органічної речовини ґрунту, трансформаційних процесів зміни вмісту і якісних показників гумусу за тривалих агрогенних впливів є надзвичайно актуальним для ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів з низьким вмістом гумусу та високою кислотністю ґрунтового розчину. Дослідження з окресленої проблеми в зоні поширення ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів є обмеженими.

Ясно-сірі лісові поверхнево оглеєні ґрунти з кислою реакцією ґрунтового розчину, що займають значні площі у Лісостепу Західному, належать до низькородючих земель, рівень продуктивності яких не перевищує 1,3–1,5 т/га зернових одиниць [9]. Антропогенне навантаження на агроландшафти цих ґрунтів у сучасних умовах має тенденцію до посилення і є вирішальним чинником, що спричинює деградацію ґрунтів і ґрунтового покриву, особливо за умов зміни клімату. Упродовж останніх 150 років власне антропогенна діяльність призвела до розбалансованості процесів, наслідком чого стало виснаження ґрунтів і зменшення у них вмісту органічного вуглецю, а також посилення глобальних змін клімату [10].

Мета дослідження – з'ясувати чинники й ступені змін фракційного та групового складу гумусу упродовж 50-річного циклу сівозмін з різними наборами культур та системами удобрення й вапнування ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту у Західному Лісостепу.

Матеріали і методи. Вірогідну та об'єктивну інформацію щодо вдосконалення управління родючістю і продуктивністю агроценозів ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів можна отримати лише на основі

технологій, які побудовані на принципах охорони природних ресурсів, процесів посилення саморегуляції, відновлення сталого функціонування агроєкосистем [17]. В цьому зв'язку особливої уваги заслуговують результати отримані у базових тривалих стаціонарних дослідках, одним із яких є стаціонар закладений в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН на ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті в 1965 р. з різними дозами й співвідношеннями мінеральних добрив, гною і вапна.

Стаціонарний дослід занесений у реєстр довгострокових стаціонарних польових дослідів НААН (атестат реєстрації НААН № 29), розміщений в природі на трьох полях, кожне з яких налічує 18 варіантів у триразовому повторенні. Розташування варіантів одноярусне, послідовне. Загальна площа ділянки становить 168 м², облікова – 100 м².

Від початку дослід був закладений у семипільній сівозміні: картопля – ярий ячмінь з підсівом конюшини лучної – конюшина лучна – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зелену масу – пшениця озима. Після проходження п'яти семипільних ротацій дослід реконструйовано зі збереженням змісту варіантів та зниженням рівнів внесення мінеральних добрив. На сьогодні сівозміна чотиріпільна із таким чергуванням культур: кукурудза на силос – ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної – конюшина лучна – пшениця озима (табл. 1). Агротехніка вирощування культур, обробіток ґрунту і догляд за посівами загальноприйняті для умов зони Західного Лісостепу.

Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту до закладки дослідку така: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,42 %, рН_{KCl} – 4,2, гідролітична кислотність (за Каппеном) – 4,5, обмінна (за Соколовим) – 0,6 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію – 60,0, рухомого фосфору (за Кірсановим) і обмінного калію (за

Масловою) – 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту відповідно.

У досліді застосовували напівперепрілий гній ВРХ на солончій підстилці, аміачну селітру (34,5 %), гранульований суперфосфат (19,5 %), калійну сіль (40 %), нітроамфоску (NPK по 16 %). Гній (40–60 т/га) вносили під кукурудзу. Фосфорно-калійні добрива вносили восени, а азотні – під передпосівну культивування. Вапнування згідно зі схемою досліді проводили перед початком ІХ ротації сівозміни, у якій також скориговано дози внесення добрив під культури сівозміни. Як вапнякові матеріали використовували вапнякове борошно (93,5 % CaCO_3). Починаючи з VIII ротації другий укіс конюшини лучної заорювали як органічне добриво на всіх варіантах досліді.

Дослідження зміни гумусного стану проводили у варіантах: абсолютного контролю (без внесення добрив), органо-мінеральної системи удобрення (10 т/га сівозмінної площі гною + $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$) на фоні періодичного вапнування 1,0 н CaCO_3 за НГ (6,0 т/га вапнякового борошна), мінеральної системи удобрення ($\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$) та мінеральної системи удобрення $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$ на фоні 1,5 н CaCO_3 за НГ (9,0 т/га).

Зразки ґрунту для визначення фізико-хімічних властивостей відбирали на досліджуваних варіантах ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту та готували до аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464-2001. Кількість і якість органічних речовин у складі ґрунту визначали такими методами: вміст органічної речовини – методом Тюріна за ДСТУ 4289:2004; груповий склад гумусу – методом Тюріна у модифікації Конової та Бельчикової (ДСТУ 7855:2015), фракційний склад гумусу за методом Тюріна у модифікації Пономарьової та Плотникової (ДСТУ 7828:2015).

У статті за умов стаціонарних режимних досліджень, проведених протягом 50 років, ми представляємо вплив різних систем удобрення і вапнування ясно-

сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту на динаміку зміни вмісту загального гумусу та його якісного складу на кінець V та VIII ротацій сівозміни.

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень здійснювали з використанням програмного забезпечення OriginPro 2019b (OriginLab Corporation, USA, 2019). Відмінності між зразками вважали статистично значущими при $p < 0,05$. Дані в таблиці та рисунках представлені як середнє арифметичне зі стандартним відхиленням ($\bar{x} \pm \text{SD}$).

Результати та обговорення.

Отримані результати у довготривалому стаціонарному досліді свідчать про те, що на ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах, які належать до малозабезпечених поживними елементами, характер і швидкість утворення гумусу знаходяться у тісному зв'язку із системою удобрення вирощуваних культур та вапнування. Водночас важливу роль відіграє і сівозмінний фактор.

Проведені дослідження після закінчення 5 семирічних ротацій показали, що гумус ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту характеризується переважанням вмісту фульвокислот (ФК) над гуміновими (ГК), а їх кількість на контролі в гумусі становить 54 % проти 28 % гумінових кислот в орному шарі ґрунту. Відношення вуглецю гумінових до фульвокислот (далі $\text{C}_{\text{ГК}} : \text{C}_{\text{ФК}}$) рівне 0,51, тобто даний тип гумусу згідно з класифікацією Пестрякова відноситься до фульватного (табл. 1). Власне співвідношення гумінових до фульвокислот показує зв'язок між гуміфікацією і мінералізацією, а також інтенсивність і стійкість використання ґрунтів у сільському господарстві [34].

Найвищий вміст фульвокислот у складі гумусу на варіантах досліді з часу його закладки спостерігається після закінчення V семирічної ротації при систематичному внесенні протягом 35 років високих доз мінеральних добрив (у нормі $\text{N}_{163}\text{P}_{154}\text{K}_{180}$ кг/га сівозмінної площі). При цьому співвідношення $\text{C}_{\text{ГК}} : \text{C}_{\text{ФК}}$

зменшилось до 0,45 навіть порівняно з контролем, на якому це співвідношення становить 0,51. Вказана доза добрив на фоні 1,5 н CaCO₃ за Нг покращує груповий склад гумусу до 0,70 шляхом зниження вмісту фульвокислот (ФК) у складі гумусу

(табл. 1). Зменшення у складі гумусу найціннішої фракції гумінових кислот і збільшення вмісту фульвокислот є ознакою розвитку процесів рухомості органічної речовини, зниження рівня родючості ґрунту, що веде до деградації.

1. Зміна вмісту групового складу гумусу ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту залежно від систем удобрення і вапнування

№ вар.	Удобрення 1 га сівозмінної площі	Загальний гумус, %	Вміст у гумусі, %		Сгк : Сфк
			гумінових кислот (Сгк)	фульвокислот (Сфк)	
Кінець V ротації					
1	Контроль (без добрив)	1,42	28,0	54,0	0,51
7	N ₈₁ P ₇₇ K ₉₀ + Гній 10 т/га + 1,0 н CaCO ₃ за Нг	1,84	32,0	49,0	0,65
15	N ₁₆₃ P ₁₅₄ K ₁₈₀	1,50	27,0	60,0	0,45
17	N ₁₆₃ P ₁₅₄ K ₁₈₀ + 1,5 н CaCO ₃ за Нг	1,64	34,0	48,5	0,70
	НІР ₀₅	0,05	1,2	1,3	0,03
Кінець VIII ротації					
1	Контроль (без добрив)	1,50	29,9	47,1	0,63
7	N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ + Гній 10 т/га + 1,0 н CaCO ₃ за Нг	1,91	31,8	40,1	0,79
15	N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈	1,60	28,0	44,0	0,63
17	N ₁₀₅ P ₁₀₁ K ₁₀₁ + 1,5 н CaCO ₃ за Нг	1,76	30,4	41,1	0,74
	НІР ₀₅	0,05	1,3	1,5	0,04

Згідно з Ю. Л. Цапко та ін. (2018) у кислих ґрунтах переважання протонної складової через надлишкову кількість протонів (H⁺) веде до руйнації фульватних комплексів, у тому числі й циклічної будови. Фульвокислоти не мають такої високої стійкості до кислотного гідролізу та деструкції (розкладу), як гумінові кислоти [19].

Подальше фракціонування гумусу показало, що у складі фульвокислот переважають новоутворені й рухомі органічні речовини (фракції 1«а» і 1), що зазнають в першу чергу суттєвих змін під впливом антропогенних чинників. У варіантах контролю та, особливо, мінеральної системи удобрення на кінець V ротації вміст цієї фракції у гумусі найвищий і становить відповідно 27,7 та 37,1 %, що сприяло фульватизації гумусу та погіршенню якісного складу, знижуючи

співвідношення Сгк : Сфк відповідно до 0,51–0,45.

Вміст фульвокислот фракції 2, зв'язаної з кальцієм, є найнижчим і становить за цих умов 5,80 на контролі та 2,06 % за мінеральної системи удобрення. За органо-мінеральної системи удобрення та мінеральної на фоні вапнування вміст фульвокислот пов'язаних з кальцієм зростає до 6,96 та 9,37 % (табл. 2).

Фракція 3 у складі фульвокислот входить до складу хімічно стійкої частини гумусу, відтак її втрати мало змінювалися за варіантами дослідження. Фракції гумінових кислот у складі гумусу пов'язані із відповідними фракціями фульвокислот. У їх складі найменший вміст припадає на фракцію 2, пов'язану із кальцієм. Найвищий вміст гумінових у складі гумусу 3 фракції становить 16,5 % у варіанті

мінеральної системи удобрення та 20,9 % – на контролі (в кінці V ротації).

Важливою ознакою сталого ведення сільського господарства, що впливає на основні властивості ґрунту є сівозміна [28]. Заміна семипільної сівозміни на чотирипільну передбачала у вилучення просапних культур: буряків цукрових і картоплі. Вилучення пшениці озимої разом з указаними просапними зумовило зниження втрат після п'яти семипільних ротацій гумусу від надмірної мінералізації, пов'язаної цими культурами (високим виносом урожаєм поживних речовин, так і способами обробітку), тому позитивно впливало на процеси гуміфікації. Після

трьох чотирипільних ротацій (на кінець VIII ротації) в першу чергу у варіантах контролю та мінерального удобрення вміст ФК знижується в найбільшій мірі, внаслідок чого співвідношення Сгк : Сфк зростає до 0,63. Очевидно, цьому сприяло у варіанті мінеральної системи удобрення припинення внесення високих доз мінеральних добрив на фоні значної кількості залишкових фосфатів алюмінію та заліза, які згідно з проведеними дослідженнями у стаціонарному досліді становлять 553,0 і 562,0 мг/кг ґрунту відповідно [5].

2. Фракційний склад гумусових кислот ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту

№ вар.	Удобрення 1 га сівозмінної площі	Загальний гумус, %	Фракція фульвокислот				Фракція гумінових кислот		
			1«а»	1	2	3	1	2	3
Кінець V ротації									
1	Контроль (без добрив)	1,42	15,0	12,70	5,80	13,95	14,00	5,80	20,90
7	N ₈₁ P ₇₇ K ₉₀ + Гній 10 т/га + 1,0 н СаСО ₃ за Нг	1,84	2,60	17,40	6,96	12,20	16,00	6,00	17,40
15	N ₁₆₃ P ₁₅₄ K ₁₈₀	1,50	13,40	23,70	2,06	15,50	8,00	5,10	16,50
17	N ₁₆₃ P ₁₅₄ K ₁₈₀ + 1,5 н СаСО ₃ за Нг	1,64	9,30	15,60	9,37	12,50	12,50	9,30	20,80
	НІР ₀₅		0,7	0,8	0,4	0,7	0,9	0,6	0,8
Кінець VIII ротації									
1	Контроль (без добрив)	1,50	8,04	14,50	5,70	13,80	8,04	4,59	11,50
7	N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ + Гній 10 т/га + 1,0 н СаСО ₃ за Нг	1,91	4,51	14,40	8,13	10,80	9,80	8,22	10,80
15	N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈	1,60	7,54	15,10	5,38	14,00	8,38	4,30	9,69
17	N ₁₀₅ P ₁₀₁ K ₁₀₁ + 1,5 н СаСО ₃ за Нг	1,76	5,88	13,70	6,86	13,70	9,80	5,88	11,80
	НІР ₀₅		0,6	0,9	0,5	0,9	0,8	0,6	0,6

Відомо, що тривале розорювання ґрунтів та їх сільськогосподарське використання без достатнього внесення добрив призводить до значних утрат гумусу [18]. У наших дослідженнях на кінець восьмої чотирипільної ротації загальний вміст гумусу на контролі стабілізувався на рівні 1,50 %. У варіантах мінеральної системи удобрення загальний вміст гумусу за цих умов становить 1,60 %. Груповий склад гумусу покращився до 0,63 на

контролі та за мінерального удобрення, в першу чергу, як показали наші дослідження [7] шляхом зниження вмісту «агресивних» ФК до 7,54 у варіанті мінерального удобрення та до 8,04 % на контролі.

Вирощування у сівозміні на ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті картоплі та буряків цукрових в умовах періодично промивного водного режиму супроводжувалося надмірною мінералізацією, втратою рухомих сполук

гумусу та зростанням кислотності. Виключення із сівозміни інтенсивних сільськогосподарських культур картоплі та буряків цукрових сприяли зниженню кислотності ґрунтового розчину та відновленню посівів конюшини лучної особливо у варіантах контролю та мінерального удобрення, органічні рештки якої разом із заорюванням другого укосу мають значний гумусонагромаджувальний ефект. Очевидно, це сприяло подальшому зниженню вмісту рухомих фульвокислот з 54,0 % на контролі в кінці V ротації до 47,1 % в кінці VIII та 46,9 % в кінці X ротації. При мінеральній системі удобрення динаміка зміни фульвокислот у складі гумусу становила 60 % – в кінці V ротації, 44 % – на кінець VIII ротації та 39,5 % в кінці X ротації. Як наслідок, тип гумусу варіантів контролю та інтенсивного мінерального удобрення змінився від фульватного до гуматно-фульватного. Таким чином отримані результати свідчать про те, що груповий склад гумусу є прямим наслідком процесів трансформації органічної речовини, та тісно пов'язаний із з системою землеробства. Аналогічні результати отримані у дослідженнях Г. А. Мазура та ін. (2009) на сірих лісових ґрунтах [6].

Аналізуючи результати досліджень групового та фракційного складу гумусу після завершення восьмої ротації, слід підкреслити, що сумісне внесення на ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті протягом п'яти семипільних ротацій мінеральних добрив у нормі $N_{81}P_{77}K_{90}$ та трьох чотиріпільних ротацій $N_{65}P_{68}K_{68}$, гною 10 т/га сівозмінної площі на фоні 1,0 н $CaCO_3$ за Нг в найбільшій мірі сприяє гумусонагромадженню і супроводжується характерними змінами: у груповому складі гумусу зростає загальний вміст гумінових кислот, до 31,8 % при підвищенні вмісту загального гумусу до 1,91 %. Подібні

результати досліджень були отримані М. Voitovyk et al. (2023) в яких встановлено, що за органо-мінеральної системи удобрення збільшується кількість гумінових кислот, з одночасним підвищенням вуглецю нерозчинного залишку [29].

Тривале застосування мінеральних добрив на ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті ефективно лише на фоні вапнування. Трансформація органічної речовини ґрунту за використання мінеральної системи удобрення на фоні вапнування 1,5 н $CaCO_3$ за Нг набуває акумулятивного характеру. При цьому вміст гумусу зростає до 1,76 %, а груповий склад покращується до 0,74 % (див. табл. 1).

Висновки. 50 річні дослідження, проведені в умовах стаціонарного досліду свідчать про те, що на низькобуферних ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах органо-мінеральна система удобрення з внесенням у чотиріпільній сівозміні $N_{65}P_{68}K_{68}$, гною 10 т/га сівозмінної площі на фоні вапнування 1,0 н $CaCO_3$ за Нг на кінець VIII ротації в найбільшій мірі інтенсифікує процеси гумусонагромадження. При цьому вміст гумусу зростає до 1,91 % з одночасним покращенням його групового складу до 0,79 проти 0,63 на контролі без добрив шляхом зниження вмісту фульвокислот.

Мінеральна система удобрення на ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах ефективна лише на фоні вапнування. Внесення мінеральних добрив без вапнування сприяє подальшій фульватизації гумусу шляхом зростання вмісту «агресивних» фульвокислот. Як наслідок, груповий склад гумусу наближається до контрольного варіанту і становить 0,63, а вміст гумусу зростає до 1,60 % проти 1,53 % на контролі без добрив.

Список використаної літератури

1. Баланс гумусу в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому під впливом курячого посліду і компостів на його основі / Є. В. Скрильник та ін.

References

1. The balance of humus in podsolized heavy-loamy chernozem under the influence of chicken droppings and composts based on it / Ye. V. Skrylnyk et al. *Visnyk*

Вісник аграрної науки. 2020. № 4. С. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-03>.

2. Балюк С. А., Трускавецький Р. С. Грунтознавство в Україні: досягнення, пріоритети та перспективи. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 12 (825). С. 18–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-02>.

3. Вплив систем удобрення на динаміку нестабільних гумусових речовин у короткоротаційних сівознах / О. Й. Качмар та ін. *Вісник ЛНАУ: Агрономія*. 2019. № 23. С. 234–237. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.234>.

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

5. Габриєль А. Й., Оліфір Ю. М., Петрунів І. І. Фракційний склад фосфатів ясно-сірого лісового ґрунту за різних систем його використання. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2006. Вип. 48. Ч. I. С. 38–42.

6. Гумусний стан сірого лісового ґрунту залежно від хімічної меліорації та системи удобрення / Г. А. Мазур та ін. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства УАН"*. 2009. Вип. 1–2. С. 3–8.

7. Гумусний стан та емісія діоксиду вуглецю в агроєкосистемах / В. В. Снітинський та ін. *Агроєкологічний журнал*. 2015. № 1. С. 53–58.

8. Землеробство ХХІ століття – проблеми та шляхи вирішення / В. Ф. Камінський та ін. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. 272 с.

9. Павлюк Н. М., Гаськевич В. Г. Сірі лісові ґрунти Опілля. Львів, 2011. 310 с.

10. Позняк С. П., Гнатишин М. А. Глобальна ініціатива «4 PER 1000» та можливість її реалізації в Україні. *Український географічний журнал*. 2021. № 2 (114). С. 11–19. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.011>.

11. Продуктивність короткоротаційних сівозмін на осушуваних ґрунтах зони Полісся / А. О. Мельничук та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 7. С. 67–73. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-09>.

12. Скрильник Є. В., Гетманенко В. А., Кутова А. М. Розрахункові моделі балансу гумусу як показника агроєкологічної стабільності організації землекористування. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8 (70). С. 139–144.

13. Скрильник Є. В., Кутова А. М. Еволюція термінології у сфері органічної речовини ґрунту та гумусу. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 4. С. 15–23. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202304-02>.

14. Ткаченко М. А., Кондратюк І. М., Борис Н. Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 318 с.

15. Ткаченко М. А., Кондратюк І. М., Павліченко А. І. Відтворення родючості сірого лісового ґрунту за ведення інтенсивного й

аграрної науки. 2020. No 4. P. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-03>.

2. Baliuk S. A., Truskavetskyi R. S. Soil science in Ukraine: achievements, priorities and prospects. *Visnyk agrarnoyi nauky*. 2021. No 12 (825). P. 18–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-02>.

3. The influence of fertilization systems on the dynamics of unstable humic substances in short-rotation crop rotations / O. Y. Kachmar et al. *Visnyk LNAU : Ahronomiia*. 2019. No 23. P. 234–237. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.234>.

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

5. Habryel A. Y., Olifir Yu. M., Petruniv I. I. Fractional composition of phosphates of light-gray forestal soil under different systems of its use. *Peredgirne ta girske zemlerobstvo i tvarynnyctvo*. 2006. Vol. 48, No I. P. 38–42.

6. Humus state of gray forestal soil depending on chemical reclamation and fertilization system / G. A. Mazur et al. *Zbirnyk naukovykh pracz NNCz "Instytut zemlerobstva UAN"*. 2009. Vol. 1–2. P. 3–8.

7. Humus state and carbon dioxide emission in agroecosystems / V. V. Snitinskyi et al. *Agroekologichnyj zhurnal*. 2015. No 1. P. 53–58.

8. Agriculture of the 21st century – problems and solutions / V. F. Kaminskyi et al. Kyiv: VP «Edelweis», 2015. 272 с.

9. Pavliuk N. M., Haskevych V. G. Gray forestal soils of Opillia. Lviv, 2011. 310 p.

10. Pozniak S. P., Hnatyshyn M. A. Global initiative «4 PER 1000» and opportunities for its implementation in Ukraine. *Ukrayinskyj heohrafichnyj zhurnal*. 2021. No 2 (114). P. 11–19. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.011>.

11. Productivity of short-rotation crop rotations on drained soils of the Polissia zone / A. O. Melnychuk et al. *Visnyk agrarnoyi nauky*. 2020. No 7. P. 67–73. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-09>.

12. Skrylnyk Ye. V., Hetmanenko V. A., Kutova A. M. Calculation models of humus balance as an indicator of agroecological stability of land use organization. *Naukovi goryzonty*. 2018. No 7–8 (70). P. 139–144.

13. Skrylnyk Ye. V., Kutova A. M. Evolution of terminology in the field of soil organic matter and humus. *Visnyk agrarnoyi nauky*. 2023. № 4. С. 15–23. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202304-02>.

14. Tkachenko M. A., Kondratyuk I. M., Borys N. E. Chemical reclamation of acidic soils. Vinnycia: TOV «TVORY», 2019. 318 p.

15. Tkachenko M. A., Kondratiuk I. M., Pavlichenko A. I. Reproduction of gray forestal soil fertility during intensive and organic farming. *Zemlerobstvo ta roslynnnyctvo: teoriya i praktyka*. 2021. Vol. 1. P. 13–19.

органічного землеробства. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2021. Вип. 1. С. 13–19.

16. Ткачук В. П., Трофименко П. І. Вміст гумусу за різного використання дерново-підзолистого супіщаного ґрунту та обсяги емісійних втрат CO₂. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 2 (84). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.007>.

17. Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л. Основи управління родючістю ґрунтів. Харків : ФОР Бровін О. В., 2016. 388 с.

18. Управління органічним вуглецем ґрунту в контексті продовольчої безпеки й змін клімату / С. А. Балуєт та ін. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 11–18. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201709-02>.

19. Цапко Ю. Л. Десятник К. О., Огородня А. І. Збалансоване використання та меліорація кислих ґрунтів. Харків : ФОР Бровін О. В., 2018. 252 с.

20. Applied Aspects of Humus Balance Modelling in the Rivne Region of Ukraine / P. Skrypchuk et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21 (6). P. 42–52. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/123255>.

21. Chemical Fertilizers, Formulation, and Their Influence on Soil Health / S. Iqbal et al. In: Hakeem K. R., Dar G. H., Mehmood M. A., Bhat R. A. (eds) *Microbiota and Biofertilizers*. Springer, Cham. 2021. P. 1–15. doi.org/10.1007/978-3-030-48771-3_1.

22. Dynamics of The Humus Content Under Different Chernozem Treatment Conditions / V. Bulgakov et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. No 23 (6). P. 118–128. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/147862>.

23. Environmental and agricultural relevance of humic fractions extracted by alkali from soils and natural waters / D. C. Olk et al. *Journal of Environmental Quality*. 2019. No 48. P. 217–232. DOI: <https://doi.org/10.2134/jeq2019.02.0041>.

24. Kleber M., Lehmann J. Humic substances extracted by alkali are invalid proxies for the dynamics and functions of organic matter in terres trial and aquatic ecosystems. *Journal of Environmental Quality*. 2019. No 48. P. 207–216. DOI: <https://doi.org/10.2134/jeq2019.01.0036>

25. Long-Term Fertilization Alters the Storage and Stability of Soil Organic Carbon in Chinese Paddy Soil / A. Mustafa et al. *Agronomy*. 2023. No 13 (6). P. 1463. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061463>.

26. Modification of soil humic matter after 4 years of compost application / F. Adani et al. *Waste Management*. 2007. No 27 (2). P. 319–324. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.04.004>.

27. Paradelo R., Virto I., Chenu C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks : A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2015. V. 202. P. 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.005>.

28. Positive effects of crop rotation on soil aggregation and associated organic carbon are mainly controlled by climate and initial soil carbon content : A

16. Tkachuk V. P., Trofymenko P. I. Humus content for different uses of sod-podzolic sandy soil and volumes of emission CO₂ losses. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2020. No 2 (84). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.007>

17. Truskavetskyi R. S., Tsapko Yu. L. Fundamentals of soil fertility management. Kharkiv : FOP Brovin O. V., 2016. 388 p.

18. Management of soil organic carbon in the context of food security and climate change / S. A. Balyuk et al. *Visnyk agrarnoyi nauky*. 2017. No 9. P. 11–18. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201709-02>.

19. Tsapko Y. L. Desiatnyk K. O., Oгородня A. I. Balanced use and amelioration of acidic soils. Kharkiv : FOP Brovin O.V., 2018. 252 p.

20. Applied Aspects of Humus Balance Modelling in the Rivne Region of Ukraine / P. Skrypchuk et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21 (6). P. 42–52. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/123255>.

21. Chemical Fertilizers, Formulation, and Their Influence on Soil Health / S. Iqbal et al. In: Hakeem K. R., Dar G. H., Mehmood M. A., Bhat R. A. (eds) *Microbiota and Biofertilizers*. Springer, Cham. 2021. P. 1–15. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48771-3_1.

22. Dynamics of The Humus Content Under Different Chernozem Treatment Conditions / V. Bulgakov et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. No 23 (6). P. 118–128. Doi: [10.12911/22998993/147862](https://doi.org/10.12911/22998993/147862).

23. Environmental and agricultural relevance of humic fractions extracted by alkali from soils and natural waters / D. C. Olk et al. *Journal of Environmental Quality*. 2019. № 48. P. 217–232. DOI: <https://doi.org/10.2134/jeq2019.02.0041>

24. Kleber M., Lehmann J. Humic substances extracted by alkali are invalid proxies for the dynamics and functions of organic matter in terres trial and aquatic ecosystems. *Journal of Environmental Quality*. 2019. № 48. P. 207–216. DOI: <https://doi.org/10.2134/jeq2019.01.0036>.

25. Long-Term Fertilization Alters the Storage and Stability of Soil Organic Carbon in Chinese Paddy Soil / A. Mustafa et al. *Agronomy*. 2023. No 13 (6). P. 1463. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061463>

26. Modification of soil humic matter after 4 years of compost application / F. Adani et al. *Waste Management*. 2007. No 27 (2). P. 319–324. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.04.004>.

27. Paradelo R., Virto I., Chenu C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2015. V. 202. P. 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.005>.

28. Positive effects of crop rotation on soil aggregation and associated organic carbon are mainly controlled by climate and initial soil carbon content : A meta-analysis / F. Zheng et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2023. V. 355. 108600, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108600>.

29. Qualitative composition of humus and physical and chemical properties of typical chernozem depending

meta-analysis / F. Zheng et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2023. V. 355. 108600, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108600>

29. Qualitative composition of humus and physical and chemical properties of typical chernozem depending on the fertiliser system / M. Voitovyk et al. *Plant and Soil Science*. 2023. No 14 (1), P. 9–21. <https://doi.org/10.31548/plant1.2023.09>.

30. Soil organic carbon stock change following perennialization: a meta-analysis / I. A. Siddique et al. *Agronomy for Sustainable Development*. 2023. 43. 58. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00912-w>.

31. Soil organic matter as sole indicator of soil degradation / S. Obalum et al. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2017. No 189. 176. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5881-y>.

32. Sugar beet rotation effects on soil organic matter and calculated humus balance in Central Germany / Ph. Gotzea et al. *European J. of Agronomy*. 2015. No 76. P. 198–207. Doi: 10.1016/j.eja.2015.12.004.

33. The Ecology of Soil Carbon: Pools, Vulnerabilities, and Biotic and Abiotic Controls / R. B. Jackson et al. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2017. No 48. P. 419–445. doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054234.

34. Transformations of different soils under natural and anthropogenized land management / J. Volungevičius et al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2019. 106. P. 3–14. DOI: 10.13080/z-a.2019.106.001.

35. Wood S. A., Tirfessa D., Baudron F. Soil organic matter underlies crop nutritional quality and productivity in smallholder agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. No 266. P. 100–108. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.025>.

on the fertiliser system / M. Voitovyk et al. *Plant and Soil Science*. 2023. No 14 (1). P. 9–21. <https://doi.org/10.31548/plant1.2023.09>.

30. Soil organic carbon stock change following perennialization: a meta-analysis / I. A. Siddique et al. *Agronomy for Sustainable Development*. 2023. 43. 58. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00912-w>.

31. Soil organic matter as sole indicator of soil degradation / S. Obalum et al. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2017. No 189. 176. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5881-y>.

32. Sugar beet rotation effects on soil organic matter and calculated humus balance in Central Germany / Ph. Gotzea et al. *European J. of Agronomy*. 2015. No 76. P. 198–207. Doi: 10.1016/j.eja.2015.12.004.

33. The Ecology of Soil Carbon: Pools, Vulnerabilities, and Biotic and Abiotic Controls / R. B. Jackson et al. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2017. No 48. P. 419–445. doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054234.

34. Transformations of different soils under natural and anthropogenized land management / J. Volungevičius et al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2019. 106. P. 3–14. DOI: 10.13080/z-a.2019.106.001.

35. Wood S. A., Tirfessa D., Baudron F. Soil organic matter underlies crop nutritional quality and productivity in smallholder agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. No 266. P. 100–108. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.025>.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-10

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.15:631.527.5:519.86

**ВПЛИВ СПОСОБІВ СІВБИ НА ВМІСТ КРОХМАЛЮ ТА БІЛКУ
В ЗЕРНІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ****М. В. Степаненко**

Білоцерківський національний
аграрний університет
Соборна площа, 8/1, Біла Церква,
Київська обл., 09117

Про авторів:

Микола СТЕПАНЕНКО,
здобувач
ORCID: 0000-0002-1286-4151

Для листування:

Микола СТЕПАНЕНКО
e-mail:
mykola.Stepanenko@syngenta.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

6 жовтня 2023 р.

Погоджено до друку:

24 жовтня 2023 р.

В статті представлені результати вивчення впливу способів сівби, кліматичних умов та біологічних особливостей гібрида на характеристику хімічного складу зерна у гібридів кукурудзи різних груп стиглості та можливості їх перероблення на біоетанол. Застосовували польовий, лабораторний, статистичний. В дослідженнях вивчали вплив двох факторів: фактор А гібриди кукурудзи різних груп стиглості (СИ Талісман (ФАО 200), СИ Фотон (ФАО 260), НК Термо (ФАО 330), СИ Зефір (ФАО 430)) та фактор В спосіб сівби (70 см (контроль); 20,3 × 76,2 см; 20,3 × 91,4 см; 20,3 × 96,5 см) на хімічний склад зерна. Облікова площа ділянок становила 38,6 м². Повторність триразова.

Проведеними дослідженнями встановлений вплив біологічних особливостей конкретного гібрида, кліматичних чинників та способів сівби на формування хімічного складу зерна, зокрема і вмісту крохмалю та білку. Встановлений антагоністичну залежність за кількістю крохмалю та білку у зерні одного гібриду. Встановлено, що в більш посушливий зі значними температурними показниками 2022 рік спостерігалось зменшення вмісту крохмалю (69,3 %) у досліджуваних гібридів кукурудзи незалежно від досліджуваних факторів вегетації та способів сівби, порівняно із 2021 роком який виявився більш сприятливим за кліматичними умовами – 69,9 %. Найвищий вміст крохмалю для ранньостиглого та середньораннього гібрида кукурудзи встановлено на варіанті де сівбу проводили за схемою 20,3 × 91,4 см – СИ Талісман (ФАО 200) – 68,5 % та СИ Фотон (ФАО 260) – 71,3 %. Для гібридів середньостиглої та середньопізньої групи найвищий вміст крохмалю відмічений для схеми 20,3 × 96,5 см – НК Термо (ФАО 330) – 70,4 % та СИ Зефір (ФАО 430) – 69,4 %.

Найвищий вміст білка встановлено на контрольному варіанті із широкорядним способом сівби із шириною міжрядь 70 см у гібриду СИ Талісман (ФАО 200) – 9,32 %, СИ Фотон (ФАО 260) – 9,62 %, НК Термо (ФАО 330) – 11,02 % та СИ Зефір (ФАО 430) – 10,29 %.

Ключові слова: хімічний склад, білок, біоетанол, крохмаль, зерно, способи сівби, гібрид, група стиглості, площа живлення.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Степаненко М. В., 2023

Influence of sowing methods on starch and protein content in the grain of corn hybrids

Bila Tserkva national agrarian university
8/1 Soborna square, Bila Tserkva,
Kyiv region, 09117

About authors:

Mykola STEPANENKO
ORCID: 0000-0002-1286-4151

For corresponding:
Mykola STEPANENKO
e-mail:
mykola.Stepanenko@syngenta.com

Funding information:
Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:
October 6, 2023
Accepted:
October 24, 2023

The article presents the results of studying the influence of sowing methods, climatic conditions and biological characteristics of the hybrid on the characteristic of the chemical composition of grain in corn hybrids of different maturity groups and the possibility of their processing into bioethanol. Field, laboratory, and statistical methods were used. The research studied the effect of two factors: factor A – corn hybrids of different maturity groups (SY Talisman (FAO 200), SY Photon (FAO 260), NK Termo (FAO 330), SY Zefir (FAO 430)) and factor B – sowing method (70 cm (control); 20.3 × 76.2 cm; 20.3 × 91.4 cm; 20.3 × 96.5 cm) on the chemical composition of grain. The registered area of the plots was 38.6 m². The replication was three times.

The research has established the influence of biological characteristics of a particular hybrid, climatic factors and sowing methods on the formation of the chemical composition of grain, including starch and protein content. An antagonistic relationship was found between the amount of starch and protein in the grain of one hybrid. It was found that in the drier year of 2022 with significant temperature indicators, a decrease in starch content (69.3 %) was observed in the studied corn hybrids, regardless of the studied vegetation factors and sowing methods, compared to 2021, which was more favorable in terms of climatic conditions – 69.9 %. The highest starch content for early and medium early corn hybrids was found in the variant where sowing was carried out according to the scheme of 20.3 × 91.4 cm – SY Talisman (FAO 200) – 68.5 % and SY Photon (FAO 260) – 71.3 %. For the hybrids of the mid-season and mid-late groups, the highest starch content was observed for the 20.3 × 96.5 cm scheme – NK Termo (FAO 330) – 70.4 % and SY Zefir (FAO 430) – 69.4 %.

The highest protein content was found in the control variant with a wide-row sowing method with a row spacing of 70 cm in the hybrid SY Talisman (FAO 200) – 9.32 %, SY Photon (FAO 260) – 9.62 %, NK Termo (FAO 330) – 11.02 % and SY Zefir (FAO 430) – 10.29 %.

Keywords: chemical composition, protein, bioethanol, starch, grain, sowing methods, hybrid, maturity group, nutrition area.

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

Вступ. Популяризація вирощування кукурудзи обумовлюється різноманітними напрямками її використання до яких долучилася можливість використання як сировину для отримання альтернативних видів палив (біоетанолу та біогазу). В умовах України площі вирощування кукурудзи були й залишаються значними та збільшення її урожайності дозволить частину урожаю використовувати як сировину для виробництва біопалив без створення проблем для продовольчої безпеки країни. Одним з основних елементів підвищення продуктивності гібридів кукурудзи є оптимізація сучасної технології вирощування

та окремих її елементів, зокрема і способів сівби та формування оптимальної площі живлення рослин. Це дозволить не лише підвищити урожайність, а й поліпшити якість урожаю, зокрема вміст крохмалю у зерні. У зв'язку із цим вивчення впливу способів сівби на вміст крохмалю у зерні є важливим та актуальним в умовах сучасного розвитку аграрної галузі.

Виробництву зерна в Україні приділяється велика увага, окрім того, зерно має характеризуватися відповідними параметрами щодо напрямів його використання. Для зерна кукурудзи важливе значення має вміст крохмалю у

зерні оскільки дозволяє переробляти його на біоетанол та збільшує вихід спирту [2, 17, 25, 31].

Кукурудза, як типовий представник групи зернових культур, має досить специфічні особливості які обумовлені генотипом рослин та умовами вирощування, а вивчення біохімічного складу зерна дозволяє встановити напрямок його перероблення [5, 14, 21, 29].

Згідно з даними ряду авторів хімічний склад зерна кукурудзи за оптимальних умов агротехніки, залежно від ґрунтово-кліматичних умов та гібриду, в середньому може становити: 11–14 % білку, 60–85 % крохмалю, 4,1–5,5 % жиру [1, 13, 14, 19]. Вуглеводи зерна кукурудзи представлені крохмалем, цукрами, клітковиною, геміцелюлозою та пентозанами [23].

Варто зазначити, що накопичення крохмалю в зерні має свої особливості, що стосуються утворення глюкози та фруктози у процесі фотосинтетичної діяльності та наступного перетворення на складніші вуглеводи (крохмаль) у генеративних органах (зерні). Звичайно, що у процесі дозрівання зерна кукурудзи вміст крохмалю зростає [3, 19, 24, 30].

Вирощування кукурудзи зосереджено в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, за використання основної продукції для продовольчих цілей, як корм [11] та виробництві альтернативних видів палива [23, 18, 19, 24].

У процесі перероблення на біоетанол кукурудзяний крохмаль, який знаходиться в зерні, перетворюється на цукор, який у процесі бродіння забезпечує утворення алкоголю (спирту), після чого розчин піддають очищенню та випаровуванню [17, 20, 23].

Досвід західних країн показує важливість перероблення кукурудзи на біоетанол, зокрема у Сполучених Штатах Америки до 40 % урожаю кукурудзи, або 130 млн т щорічно переробляється на біоетанол, який використовується як добавка до високооктанових марок бензину [2, 23].

Перспективність використання

кукурудзи як сировину для виробництва біоетанолу обумовлюється високим вмістом вуглеводів (крохмалю) у зерні та виходом спирту, зокрема з однієї тони зерна кукурудзи можна отримати 325–470 л етанолу, тоді як з 1 т жита – 280–357, ячменю – 240–330, пшениці – 375–445 л [2, 23], соризу – 464 л, тритикале – 428 л [11, 28].

У гібридному відношенні для виробництва біоетанолу практичну цінність мають такі підвиди кукурудзи: крохмалистий із вмістом крохмалю 71,5–82,0 %, напівзубовидний – 66,9–74,2 %, зубовидний – 68,0–75,5 % і кременистий – 65,0–73,0 % [23].

Для України складаються перспективні умови, за умови зростання урожайності зерна кукурудзи, використання частини її урожайності для отримання біоетанолу, оскільки площа вирощування кукурудзи постійно зростає і станом на 2021 рік становила 5,39 млн, хоча у 2022 р. завдяки агресії Росії вона дещо зменшилась [23, 27].

Крім того, виробництво біоетанолу є досить прибутковим, оскільки вартість його в Україні складає 0,61 євро/л, а в Європі – 0,96 євро/л [3, 25, 26], що набагато нижче вартості бензину яка становить 1,2–1,6 євро/л.

Отже, аналіз огляду результатів наукових досліджень вказує на те що вміст крохмалю в зерні кукурудзи обумовлюється сортовими особливостями, елементами технології вирощування, ґрунтово-кліматичними умовами території та визначає можливість використання зерна кукурудзи для отримання біоетанолу. Тому дослідження особливостей формування біохімічної складової зерна кукурудзи залежно від особливостей гібрида, способів сівби та кліматичних умов є актуальними та необхідними для виробництва.

Метою роботи є вивчення впливу способів сівби, кліматичних умов та біологічних особливостей гібрида на характеристику хімічного складу зерна у кукурудзи різних груп стиглості та можливості їх перероблення на біоетанол.

Матеріал і методи. Дослідження

впливу способів сівби на вміст крохмалю у зерні проводились протягом 2021–2022 рр., в умовах дослідного поля науково-виробничого центру (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету Київської області.

Кліматичні умови упродовж років досліджень характеризувалися суттєвою відмінністю. Зокрема у 2021 р. вони не істотно відрізнялись від багаторічних і були досить сприятливі для росту і розвитку гібридів кукурудзи. У 2022 р. спостерігався дефіцит вологи та незвично високі значення температурного режиму, що в кінцевому результаті негативно вплинуло на формування урожайності гібридів кукурудзи.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий вилугуваний, середньоглибокий, малогумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі. Вміст гумусу у ґрунті становить 3,4 % гумусу, азоту, що легко гідролізується 85–115 мг/кг ґрунту (за методом Корнфільда), рухомих форм фосфору і калію відповідно 130–160 і 120–130 мг/кг ґрунту (за методом Чирикова). Валова забезпеченість сполуками P_2O_5 і K_2O є середньою – відповідно 0,05 і 1,41 %. Глибина гумусового горизонту складає 55–61 см, карбонати Ca і Mg концентруються на глибині 52–66 см. Гідролітична кислотність становить 1,4–1,8 мг-екв./100г ґрунту (за методом Капена).

У дослідженнях використовували загально визнані методики та методичні рекомендації Інституту зрошувального землеробства [4, 6, 15, 16].

Агротехніка вирощування кукурудзи – загально визнана для умов правобережного Лісостепу України, за виключенням факторів, які досліджувалися.

У першій декаді травня проводилась сівба гібридів кукурудзи за допомогою сівалки Great Plains (YP-825A-16TR), яка дозволяє проводити сівбу однорядковим способом та зі здвоєними рядками з міжряддям 76,2, 91,4, 96,5 або 101,6 см, з відстанню 20 см між рядками та 70 см між

центрами здвоєних рядків. У суміжних рядках рослини розміщується в шаховому порядку. Норма висіву 79 тис. насінин/га відстань між насінинами у ряду становить 33,3 см, що втричі збільшує зону живлення коренів рослин порівняно з традиційними міжряддями (70 см).

Дослідження включали вивчення двох факторів: фактор А гібриди кукурудзи різних груп стиглості (СИ Талісман (ФАО 200), СИ Фотон (ФАО 260), НК Термо (ФАО 330), СИ Зефір (ФАО 430)) та фактор В спосіб сівби (70 см (контроль); $20,3 \times 76,2$ см; $20,3 \times 91,4$ см; $20,3 \times 96,5$ см). Повторність триразова. Облікова площа ділянок становила 38,6 м².

Визначення вмісту крохмалю проводили в акредитованій Випробувальній лабораторії ДП «Київоблстандартметрологія» (м. Біла церква), за допомогою поляриметричного методу (за Еверсом). Даний метод використовується для зернових і круп'яних культур. Метод ґрунтується на перетворенні крохмалю в цукор безпосереднім гідролізом соляною кислотою та на здатності продуктів гідролізу повертати площину поляризації в певному напрямку й на певну величину [9, 10].

Уміст крохмалю в зерні кукурудзи на абсолютно суху речовину визначали із точністю до 0,01 % за формулою:

$$\text{Вміст крохмалю (\%)} = \frac{a \times K \times 100}{100 - b},$$

де: а – середній показник цукроміра; К – коефіцієнт Еверса (1,898) (залежить від виду крохмалю); b – гігроскопічна вода, % [9, 10].

Вміст білка також визначали у даній лабораторії методом К'ельдаля [7, 8].

Результати та обговорення. Вміст крохмалю це основний показник, який впливає на виробництво біоетанолу із зерна кукурудзи, відповідно чим він вищий, тим вищий вихід спирту отримується. Проведеними дослідженнями встановлена залежність вмісту крохмалю у зерні від генетичних особливостей гібридів, їх групи стиглості та способу сівби, або схеми розміщення рослин (табл. 1).

1. Вплив способів сівби на вміст крохмалю у зерні кукурудзи, % (за 2021–2022 рр.)

Гібрид (А)	Спосіб сівби	Вміст крохмалю		
		2021 р.	2022 р.	середнє за 2021–2022 рр.
СИ Талісман (ФАО 200)	70 см (контроль)	68,3	67,5	67,9
	20,3 × 76,2 см	68,3	67,8	68,1
	20,3 × 91,4 см	68,7	68,3	68,5
	20,3 × 96,5 см	68,5	68,0	68,3
СИ Фотон (ФАО 260)	70 см (контроль)	71,0	70,4	70,7
	20,3 × 76,2 см	71,2	70,8	71,0
	20,3 × 91,4 см	71,5	71,0	71,3
	20,3 × 96,5 см	71,4	70,9	71,2
НК Термо (ФАО 330)	70 см (контроль)	70,1	69,5	69,8
	20,3 × 76,2 см	70,2	69,8	70,0
	20,3 × 91,4 см	70,3	69,8	70,1
	20,3 × 96,5 см	70,8	70,0	70,4
СИ Зефір (ФАО 430)	70 см (контроль)	69,2	68,5	68,9
	20,3 × 76,2 см	69,4	68,7	69,1
	20,3 × 91,4 см	69,5	68,8	69,2
	20,3 × 96,5 см	69,7	69,1	69,4

З даних таблиці 1 видно, що вміст крохмалю істотно змінювався залежно від генетичних особливостей гібрида кукурудзи. Зокрема, у середньому за два роки, вміст крохмалю у ранньостиглого гібрида СИ Талісман (ФАО 200) складав 68,2 %, середньораннього СИ Фотон (ФАО 260) – 71,0 %, середньостиглого НК Термо (ФАО 330) – 70,1 % та середньопізнього СИ Зефір (ФАО 430) – 69,1 %. Отже, найвищий вміст крохмалю у зерні (71,0 %) відмічено у середньораннього СИ Фотон (ФАО 260).

Найвищий вміст крохмалю, залежно від способів сівби, для ранньостиглого та середньораннього гібрида встановлено на варіанті де сівбу проводили за схемою 20,3 × 91,4 см – СИ Талісман (ФАО 200) – 68,5 % та СИ Фотон (ФАО 260) – 71,3 %.

Для гібридів середньостиглої та середньопізньої групи найвищий вміст крохмалю відмічений для схеми 20,3 × 96,5 см – НК Термо (ФАО 330) – 70,4 % та СИ Зефір (ФАО 430) – 69,4 %.

Отже, прослідковується закономірність поліпшення площі живлення шляхом способу сівби для гібридів із подовженим вегетаційним періодом сприяє збільшенню вмісту

крохмалю у зерні.

Варто також зазначити, що вміст крохмалю змінювався відповідно до кліматичних умов року досліджень, зокрема у 2021 р. в середньому в досліджуваних гібридів він склав – 69,9 %, а у 2022 р. який виявився в період вегетації кукурудзи більш стресовим за вологозабезпеченням вміст крохмалю зменшився і становив 69,3 %.

У хімічному складі зерна кукурудзи існує антагоністична залежність між вмістом крохмалю та білку, тобто якщо зростає вміст однієї речовини, то вміст іншої зменшується [12, 19, 23, 24].

Характеристику досліджуваних гібридів кукурудзи за вмістом сирого протеїну залежно від способів сівби приведено в таблиці 2.

З даних таблиці 2 видно, що вміст сирого протеїну білка виявився найвищим, у середньому за два роки досліджень, в середньостиглого гібрида НК Термо (ФАО 330) – 10,9 %. Тоді як в інших гібридів він становив СИ Талісман (ФАО 200) – 9,2 %, СИ Фотон (ФАО 260) – 9,5 % та СИ Зефір (ФАО 430) – 10,1 %.

2. Вплив способів сівби на вміст сирого протеїну в зерні кукурудзи, % (за 2021–2022 рр.)

Гібрид (А)	Спосіб сівби	Вміст сирого протеїну		
		2021 р.	2022 р.	середнє за 2021–2022 рр.
СИ Талісман (ФАО 200)	70 см (контроль)	9,18	9,46	9,32
	20,3 × 76,2 см	9,18	9,33	9,26
	20,3 × 91,4 см	9,05	9,22	9,14
	20,3 × 96,5 см	9,06	9,23	9,15
СИ Фотон (ФАО 260)	70 см (контроль)	9,36	9,88	9,62
	20,3 × 76,2 см	9,32	9,81	9,57
	20,3 × 91,4 см	9,12	9,56	9,34
	20,3 × 96,5 см	9,24	9,74	9,49
НК Термо (ФАО 330)	70 см (контроль)	10,71	11,32	11,02
	20,3 × 76,2 см	10,64	11,28	10,96
	20,3 × 91,4 см	10,45	11,20	10,83
	20,3 × 96,5 см	10,36	10,98	10,67
СИ Зефір (ФАО 430)	70 см (контроль)	10,02	10,56	10,29
	20,3 × 76,2 см	9,89	10,35	10,12
	20,3 × 91,4 см	9,78	10,34	10,06
	20,3 × 96,5 см	9,39	10,08	9,74

Найвищий вміст білка встановлено на контрольному варіанті із широкорядним способом сівби із шириною міжрядь 70 см у гібриду СИ Талісман (ФАО 200) – 9,32 %, СИ Фотон (ФАО 260) – 9,62 %, НК Термо (ФАО 330) – 11,02 % та СИ Зефір (ФАО 430) – 10,29 %. Водночас найменший рівень вмісту білка у зерні кукурудзи встановлено у ранньостиглого гібрида кукурудзи СИ Талісман (ФАО 200) та середньораннього СИ Фотон (ФАО 260) на варіанті із схемою сівби 20,3 × 91,4 см – 9,14 % та 9,34 %, відповідно. У середньостиглого гібрида кукурудзи НК Термо (ФАО 330) та середньопізннього СИ Зефір (ФАО 430) найнижчий вміст білка виявився за схеми сівби 20,3 × 96,5 см – 10,67 та 9,74 %, відповідно. Тобто чітко підтверджується антагоністична залежність вмісту крохмалю та білку, яка досліджена іншими науковцями [12, 19, 23, 24], зокрема на варіантах зі збільшенням кількості крохмалю вміст білка знижується і навпаки.

Також встановлена залежність умісту сирого протеїну у зерні кукурудзи від погодних умов року в період вегетації культури. Зокрема у 2021 р., який виявився більш сприятливим за кліматичними

показниками вміст білка у зерні, в середньому у досліджуваних гібридів, становив 9,7 %, а у 2022 р. протягом вегетації кукурудзи якого спостерігалось зменшення кількості опадів та підвищення температурних режимів вміст білка зріс і становив 10,1 %. Це вказує на те що поліпшення температурних режимів упродовж вегетації кукурудзи може поліпшувати накопичення сирого протеїну у зерні кукурудзи.

Висновки. Вміст у зерні кукурудзи сирого протеїну та крохмалю обумовлюється певними закономірностями та суттєво залежить від біологічних особливостей гібрида, погодних умов року та схеми сівби. Крім того, проявляється антагоністичний вплив між накопиченням білка і крохмалю у зерні одного і того ж самого гібриду кукурудзи. Встановлено, що в більш посушливий зі значними температурними показниками 2022 рік спостерігалось зменшення вмісту крохмалю (69,3 %) у досліджуваних гібридів кукурудзи незалежно від досліджуваних факторів вегетації та способів сівби, порівняно із 2021 роком який виявився більш сприятливим за

кліматичними умовами – 69,9 %.

Спосіб сівби та площа живлення також впливали на величину накопичення крохмалю у зерні кукурудзи, зокрема найвищий вміст крохмалю для ранньостиглого та середньораннього гібрида кукурудзи встановлено на варіанті де сівбу проводили за схемою 20,3 × 91,4 см – СИ Талісман (ФАО 200) – 68,5 % та СИ Фотон (ФАО 260) – 71,3 %. Для гібридів середньостиглої та середньопізньої групи

найвищий вміст крохмалю відмічений для схеми 20,3 × 96,5 см – НК Термо (ФАО 330) – 70,4 % та СИ Зефір (ФАО 430) – 69,4 %.

Найвищий вміст білка встановлено на контрольному варіанті із широкорядним способом сівби із шириною міжрядь 70 см у гібриду СИ Талісман (ФАО 200) – 9,32 %, СИ Фотон (ФАО 260) – 9,62 %, НК Термо (ФАО 330) – 11,02 % та СИ Зефір (ФАО 430) – 10,29 %.

Список використаної літератури

1. Асанішвілі Н. М., Корсун С. Г., Шляхтурова С. П. Якість зерна кукурудзи залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства*. 2014. Вип. 1–2. С. 63–66.
2. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного: монографія / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : ТОВ Друк. 2020. 536 с.
3. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи залежно від позакореневих підживлень / В. Д. Паламарчук та ін. *Сільське господарство та лісництво*. 2020. № 4 (19). С. 15–28.
4. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп'яні та зернобобові культури. Вип. 2. Київ : Алефа, 2001. 64 с.
5. Горач О. О. Обґрунтування інноваційних технологій функціональних рецептур. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 6. С. 52–58.
6. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
7. ДСТУ 10846-91. Зерно і продукти його переробки. Метод визначення білка.
8. ДСТУ 8076:2015. Продукти білкові рослинного походження. Макухи та шроту. Визначення вмісту розчинного протеїну титриметричним методом К'ельдаля.
9. ДСТУ 4863:2007. Сировина крохмалевмісна для спиртового виробництва. Правила приймання та методи відбирання проб.
10. ДСТУ 4865:2007. Цукор. Метод визначення крохмалю.
11. Дудка Т. В. Доцільність отримання біоетанолу із зерна кукурудзи. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 1. С. 44–47.
12. Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської ДАА*. 2016. № 4. С. 63–66.
13. Жемойда В. Л., Макачук О. С., Спряжка Р. О. Оцінка вихідного матеріалу кукурудзи за якісними показниками зерна. *Сільське*

References

1. Asanishvili N. M., Korsun S. H., Shliakhturova S. P. Corn grain quality depending on cultivation technology in the northern part of the Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva*. Vol. 1–2. P. 63–66.
2. Aspects of modern technology for growing high-starch corn in the conditions of the right-bank Forest-Steppe: monograph / V. D. Palamarchuk et al. Vinnytsia : TOV Druk. 536 p.
3. Starch content in corn grains depending on foliar fertilization / V. D. Palamarchuk et al. *Silske hospodarstvo ta lisnytstvo*. No 4 (19). P. 15–28.
4. Volkodav V. V. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Cereal, grain and grass-legume crops. Vol. 2. Kyiv : Alefa. 64 p.
5. Horach O. O. Justification of innovative technologies of functional recipes. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. No 6. P. 52–58.
6. Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments : monograph / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant. 372 p.
7. DSTU 10846-91. Grain and products of its processing. Protein determination method.
8. DSTU 8076:2015. Protein products of plant origin. Cakes and meals. Determination of the content of soluble protein by the Kieldal titrimetric method
9. DSTU 4863:2007. Starch-containing raw material for alcohol production. Acceptance rules and sampling methods.
10. DSTU 4865:2007. Sugar. Method for determining starch.
11. Dudka T. V. Feasibility of obtaining bioethanol from corn grain. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. No 1. P. 44–47.
12. Yermakova L. M., Krestianinov Ye. V. Maize yield depending on fertilizer and hybrid on dark-gray podsolized soils. *Visnyk Poltavskoi DAA*. 2016. No 4. P. 63–66.
13. Zhemoida V. L., Makarchuk O. S., Spriazhka R. O. Evaluation of the raw material of corn according to grain quality indicators. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. No 17. P. 120–129.
14. Liubych V. V. Formation of productivity of different corn hybrids. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho Natsionalnoho universytetu sadivnytstva*.

господарство та лісівництво. 2020. № 17. С. 120–129.

14. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 97. Ч. 1. С. 32–44.

15. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.

16. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / С. М. Лебідь та ін. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

17. Надь Я. Кукурудза. Вінниця : ФОП Д. Ю. Корзун. 2012. 580 с.

18. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій: монографія / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : Друкарня «Друк», 2023. 296 с.

19. Основи насіннезнавства (теорія, методологія, практика): монографія / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : Друкарня «Друк», 2022. 392 с.

20. Паламарчук В. Д. Вміст крохмалю у зерні гібридів кукурудзи залежно від строків посіву. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 7. Т. 1. С. 37–45.

21. Паламарчук В. Д. Вплив глибини заортання та фракції насіння на вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2. С. 55–65. <https://www.pdau.edu.ua/content/visnyk-poltavskoyi-derzhavnoyi-agrarnoyi-akademiyi-no2-2018>.

22. Паламарчук В. Д., Алексеев О. О. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи залежно від позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. № 1 (16). 2020. С. 28–47.

23. Паламарчук В. Д., Віннік О. В., Коваленко О. А. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 143–156. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.23>.

24. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій : монографія. Вінниця : Друкарня «Друк», 2022. 372 с.

25. Перспективи використання кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій : монографія / Г. М. Калетнік та ін. Вінниця : ФОП Кушнір Ю. В., 2021. 260 с.

26. Перспективи виробництва і споживання біопалив другого покоління в Україні / Т. А. Железна та ін. *Machinery & Energetics*. 2018. Vol. 9. No 2. P. 61–66.

27. Перспективи розвитку ринку біоетанолу в Україні. URL: http://sae.gov.ua/sites/default/files/Schulmeister_bioethanol_1.pdf.

28. Полішкевич О. Р. Ефективність використання кукурудзи для виробництва альтернативних палив. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2011. Вип. 3 (60). С. 76–80.

Vol. 97. Part 1. P. 32–44.

15. Methodology of field experiment (Irrigated agriculture) / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Hrin D. S. 448 p.

16. Methods of field experiments with corn / Ye. M. Lebid et al. Dnipropetrovsk, 2008. 27 p.

17. Nad Ya. Corn. Vinnytsia : FOP D. Yu. Korzun. 580 p.

18. The latest technologies for growing vegetable crops and corn using the digestate of biogas plants: monograph / V. D. Palamarchuk et al. Vinnytsia : Drukarnia «Druk». 296 p.

19. Basics of seed science (theory, methodology, practice): monograph / V. D. Palamarchuk et al. Vinnytsia : Drukarnia «Druk». 392 p.

20. Palamarchuk V. D. Starch content in the grain of corn hybrids depending on the time of sowing. *Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo*. No 7. Vol. 1. P. 37–45.

21. Palamarchuk V. D. Effect of wrapping depth and seed fraction on corn starch content and bioethanol yield. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No 2. P. 55–65. <https://www.pdau.edu.ua/content/visnyk-poltavskoyi-derzhavnoyi-agrarnoyi-akademiyi-no2-2018>.

22. Palamarchuk V. D., Aleksieiev O. O. Starch content in corn grains depending on foliar fertilization. *Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo*. No 1 (16). P. 28–47.

23. Palamarchuk V. D., Vinnik O. V., Kovalenko O. A. Starch content in corn grains and bioethanol yield depending on vegetation conditions and growing technology factors. *Ahrarni innovatsii*. No 5. P. 143–156. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.23>.

24. Palamarchuk V. D., Kolisnyk O. M. Modern corn cultivation technology for energy-efficient and ecologically safe development of rural areas: monograph. Vinnytsia : Drukarnia «Druk», 372 p.

25. Prospects for the use of corn for energy-efficient and ecologically safe development of rural areas: monograph / H. M. Kaletnik et al. Vinnytsia : FOP Kushnir Yu. V. 260 p.

26. Prospects for the production and consumption of second-generation biofuels in Ukraine / T. A. Zheliezna et al. *Machinery & Energetics*. Vol. 9. No 2. P. 61–66.

27. Prospects for the development of the bioethanol market in Ukraine. URL: http://sae.gov.ua/sites/default/files/Schulmeister_bioethanol_1.pdf.

28. Polishkevych O. R. The efficiency of using corn for the production of alternative fuels. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*. Vol. 3 (60). P. 76–80.

29. Technological quality of starch of different hybrids of corn and varieties of grain sorghum according to its biochemical composition / V. I. Voitovska et al. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. No 1. P. 77–81.

30. Tkachuk O. P., Bondarenko M. I. Formation of yield and grain quality of repeatedly sowed corn crops. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. No 129. P. 139–145.

31. Yield and seed quality of agricultural crops under

29. Технологічна якість крохмалю різних гібридів кукурудзи і сортів сорго зернового за його біохімічною складовою / В. І. Войтовська та ін. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. № 1. С. 77–81.

30. Ткачук О. П., Бондаренко М. І. Формування урожайності та якості зерна повторних посівів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 139–145.

31. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин / М. Г. Василенко та ін. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 96–101.

the influence of plant growth regulators / M. H. Vasylenko et al. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. No 1. P. 96–101.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-11

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.52:631.53.048

**ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ ЛЬОНУ-МЕЖЕУМКУ
НА СТРУКТУРНІ ТА ВРОЖАЙНІ ПОКАЗНИКИ****О. Ф. Тимчишин¹, Н. М. Рудавська¹, А. М. Шувар², Т. В. Шевченко³**

¹Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

²Західноукраїнський національний
університет
вул. Львівська, 11, м. Тернопіль,
46009

³Апарат Президії Національної
академії аграрних наук України
вул. Михайла Омеляновича-Павленка,
9, м. Київ, 01010

Про авторів:

Оксана ТИМЧИШИН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-2147-8818

Наталія РУДАВСЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-4443-5319

Антін ШУВАР,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-6016-0896

Тамара ШЕВЧЕНКО
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-9488-0325

Для листування:

Оксана ТИМЧИШИН
e-mail: tymchyshyn.oksana@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

11 квітня 2023 р.

Погоджено до друку:

11 вересня 2023 р.

Ґрунтово-кліматичні умови Карпатського регіону України придатні для культивування льону олійного та льону-межеумку, однак через зміну погодних факторів деякі елементи технології вирощування потребують удосконалення, що сприятиме реалізації генетичного потенціалу культури.

Досліджено ефективність різних норм висіву льону-межеумку сорту Синевир у ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Західного. Дослідження проводили на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті з такими агрохімічними показниками: вміст гумусу – 1,85 %, сума ввібраних основ – 23,2 мг-екв на 100 г ґрунту, легкогідролізний азот – 91,6 мг/кг ґрунту, рухомий фосфор і обмінний калій – відповідно 69,0 і 68,0 мг/кг ґрунту.

Погодні умови та досліджувані елементи технології вирощування впливали на ріст і розвиток льону-межеумку, що позначалося на виживанні рослин, висоті, кількості коробочок на одній рослині, масі 1000 насінин та врожайності.

Встановлено, що польова схожість та виживання рослин льону-межеумку найвищими були за норми висіву 6 млн сх. нас./га та становили відповідно 82,0 та 86,0 % проти контролю (80,8 та 85,8 %). За збільшення норми висіву до 8–12 млн сх. нас./га польова схожість знижувалася до 81,2–79,2 %.

Найвищий приріст урожаю одержали у 2021 р. у варіанті з нормою висіву 6,0 млн сх. нас./га, який перевищував контроль на 0,2 т/га за формування більшої збереженості рослин на кінець вегетації та кращих показників структури через більш сприятливі погодні умови.

Норми висіву мали вплив на формування структурних показників, зокрема найбільшу кількість коробочок одержали в сорту Синевир за норми висіву 4,0–6,0 млн сх. нас./га – 14,9–15,9 шт./рослині. За більших норм, таких як 8,0; 10,0; 12,0 млн сх. нас./га, кількість коробочок суттєво зменшується (до 7,0–12,4 шт./роsl.). Маса 1000 насінин за норм висіву 4,0; 6,0 та 8,0 млн сх. нас./га. була незмінною та становила в межах 6,0–6,1 г, а за підвищених норм висіву (до 12,0 млн сх. нас./га) спостерігали зниження цього показника в досліджуваного сорту на 0,2 г. Максимальну масу 1000 насінин (6,50–6,63 г) сорт Синевир сформував у 2022 р. за норм висіву 4,0 і 6,0 млн сх. нас./га. За висотою рослин фіксується протилежна закономірність. Чим більша густина стояння, тим вищі рослини.

Ключові слова: льон-межеумок, норми висіву, продуктивність, маса 1000 насінин.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Тимчишин О. Ф., Рудавська Н. М., Шувар А. М., Шевченко Т. В., 2023

Influence of sowing rates of intermedia flax on structural and yield indicators

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

²West Ukrainian National University
Lvivska street, 11, Ternopil, 46009

³Office of the Presidium of National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine
Mikhail Omelyanovich-Pavlenko Str, 9, Kyiv, 01010

About authors:

Oksana TYMCHYSHYN
ORCID: 0000-0002-2147-8818

Nataliia RUDAVSKA
ORCID: 0000-0002-4443-5319

Antin SHUVAR
ORCID: 0000-0002-6016-0896

Tamara SHEVCHENKO
ORCID: 0000-0001-9488-0325

For corresponding:

Oksana TYMCHYSHYN
e-mail:
tymchyshyn.oksana@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
April 11, 2023
Accepted:
September 11, 2023

The soil and climatic conditions of the Carpathian region of Ukraine are suitable for the cultivation of oil flax and intermedia flax (*Linum usitatissimum* L.), however, due to changes in weather conditions, some elements of the cultivation technology require improvement, which will contribute to the realization of the genetic potential of the culture.

The efficiency of different sowing rates of intermedia flax cultivar Synevyr in the soil and climatic conditions of the Western Forest Steppe was investigated. The study was conducted on grey forest surface-glazed soil with the following agrochemical parameters: humus content – 1.85 %, sum of absorbed bases – 23.2 mg-eq/100 g of soil, alkaline hydrolyzed nitrogen – 91.6 mg/kg of soil, mobile phosphorus and exchangeable potassium – 69.0 and 68.0 mg/kg of soil, respectively.

Weather conditions and studied elements of growing technology influenced the growth and development of intermedia flax, which affected the survival of plants, height, number of pods per plant, weight of 1000 seeds and yield.

It was established that the field germination and survival of intermedia flax plants were the highest at the sowing rates of 6 million germinating seeds per ha and amounted to 82.0 and 86.0 %, respectively, against the control 80.8 and 85.8 %. For increasing the sowing rate to 8–12 million germinating seeds per ha field similarity decreased to 81.2–79.2 %.

The highest increase in seeds was obtained in 2021 on the option with a sowing rate of 6 million germinating seeds per ha, which exceeded the control by 0.2 t/ha, for the formation of greater preservation of plants at the end of the growing season, and the formation of better structure indicators due to more favourable weather conditions.

Sowing rates had an impact on the formation of structural indicators, in particular, the cultivar Synevyr formed the largest number of pods at the sowing rates of 4.0–6.0 million germinating seeds per ha – 14.9–15.9 pcs/plant. At higher rates such as 8.0; 10.0; and 12.0 million germinating seeds per ha, the number of boxes significantly decreases to 7.0–12.4 pcs/plant.

Keywords: intermedia flax, sowing rates, productivity, weight of 1000 seeds.

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

Вступ. Важливе значення в підвищенні врожайності льону мають сорти, головними вимогами до яких є високий рівень адаптивності до умов вирощування, стійкість рослин до несприятливих абіотичних факторів середовища, висока якість волокна та насіння.

Льон олійний – цінний харчовий та лікувальний продукт. Ляну олію

використовують у дієтичному харчуванні хворих із порушеннями жирового обміну, атеросклерозом, ішемічною хворобою серця, мозку, гіпертонічною хворобою, цукровим діабетом, при цирозі і жировій дистрофії печінки, гепатиті. Ляна олія містить значну частку ненасичених жирних кислот, вживання яких з їжею знижує вміст холестерину. Слиз, що виділяється при намочуванні насіння, має добрі

пом'якшуючі властивості при кишкових захворюваннях. З насіння льону одержують препарат лінетол, який використовують для лікування опіків шкіри [10, 20].

Макуха, що є продуктом переробки насіння, містить від 6 до 12 % жиру, 33–38 % протеїну, 7 % олії, 9 % клітковини. Поживність 1 кг становить 1,15 к. о. і має 260 г перетравного протеїну. Цінною для годівлі тварин, особливо свиней, є її половина, що утворюється після обмолоту льону й очищення насіння. За поживністю 1 кг її становить 0,27 к. о. і має 20 г перетравного протеїну [16, 21].

За останні роки в Україні значно зросла зацікавленість до виробництва льону олійного, оскільки існує значний експортний попит на його насіння в країнах ЄС, США, Канаді, який становить близько 40 тис. т щорічно [6, 19, 20]. Враховуючи експортну орієнтацію вітчизняного аграрного виробництва, висока ринкова ціна насіння льону окреслює його експортний потенціал, зумовлює прибутковість, близьку до рівня соняшнику. Протягом останніх двадцяти років Україна сформувала та значно наростила експорт насіння льону олійного, який впродовж 2013–2017 рр. зріс з 10,9 до 56,8 тис. т, а лляної олії – з 2,8 до 9,9 тис. т [11, 12, 17, 23].

Завдяки своїм унікальним властивостям, особливо екологічній чистоті, продукція льону олійного і продукти його переробки користуються зростаючим попитом не тільки на внутрішньому ринку України, а й у промислово розвинутих країнах світу [1, 2, 13]. У насінні льону олійного міститься до 45 % олії. Олію льону використовують у лакофарбовій промисловості, миловарінні й медицині та в харчовій промисловості. Завдяки вмісту ненасичених жирних кислот (олеїнова, лінолева, ліноленова, ізоліноленова) олія сприяє зниженню рівня холестерину в крові [14, 15].

Дослідженнями, проведеними в наукових установах, встановлено, що льон олійний за своїми агробіологічними особливостями пристосований для

виращування в умовах зон Карпатського регіону на різних типах ґрунтів і його потенційна продуктивність може сягати 2,0–3,0 т/га [5, 7–9].

Льон олійний порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами вирізняється невеликим використанням поживних речовин на формування врожаю, але через відносно короткий період вегетації для нормального росту і розвитку потребує високого вмісту у ґрунті елементів живлення в легкодоступній формі. Численними дослідженнями вчених доведено зростання продуктивності льону від внесення мінеральних добрив [2, 7, 8, 17, 24].

Важливим та недостатньо вивченим питанням для льону-межуемку залишається норма висіву насіння. У різних зонах нашої країни рекомендовано різні норми. У нашому регіоні 10 років тому було проведено дослідження д. с.-г. н. А. М. Шувара на сортах Орфей та Айсберг з вивчення норми висіву, де одержали врожайність цих сортів на рівні 1,54–1,61 т/га за норми посіву 8 млн нас./га [25, 26]. В умовах Полісся за В. Г. Дідора та В. Ю. Шеремет для одержання високих та сталих врожайів льону олійного також рекомендують норму висіву 8 млн нас./га. [6]. Згідно з літературними джерелами норма висіву насіння для льону олійного залежить від ґрунтово-кліматичних умов, сорту, строку та способу сівби і коливається у межах 4–6 млн шт./га [3, 18, 22], зокрема в умовах Півдня України за дослідженнями Г. О. Миткіна – 9 млн нас./га в умовах зрошення при звичайному рядковому способі сівби. Інститут олійних культур для льону олійного сорту Водограй рекомендує норму висіву 6 млн нас./га, за дослідженнями, проведеними в Одеській області, для згаданого сорту норму висіву рекомендують 6–6,5 млн нас./га [11]. Отже, це питання залишається недостатньо вивченим та актуальним.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в 2021–2022 рр. із сортом Синевир на полях відділу технологій у рослинництві Інституту сільського

господарства Карпатського регіону НААН на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті з такими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,85 %, сума ввібраних основ – 23,2 мг-екв на 100 г ґрунту, легкогідролізний азот (за Корнфілдом) – 91,6 мг/кг ґрунту, рухомий фосфор і обмінний калій (за Кірсановим) – відповідно 69,0 і 68,0 мг/кг ґрунту. За чинною градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом, середнє – фосфором і низьке – калієм. Реакція ґрунтового розчину ($pH_{\text{сол}} = 5,75$) слабокисла з наближенням до нейтральної.

Польові досліді закладали за методикою, яку описав В. О. Ушкаренко (2009), та фенологічні спостереження [4, 5]. Обліки та лабораторні аналізи виконували за загальноприйнятими методиками, статистичний аналіз результатів досліджень – за В. О. Ушкаренко (2013) [4, 5].

Облік урожаю проводили шляхом суцільного обмолоту ділянок комбайном “Сампо- 500”, зважуванням насіння з перерахунком на 14 % вологість і 100 % чистоту.

Схема досліді включала п’ять норм висіву: 4,0 (к); 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 млн сх. нас./га.

Загальна площа ділянки – 36 м², облікова – 25 м². Повторність досліді чотирикратна. Попередник – зернові колосові. Фон удобрення – N₆₀P₄₅K₄₅.

Догляд за посівами складався з боротьби з льоновою блохою шляхом застосування карате (200 мл/га), з бур’янами – гроділ максі (100 мл/га) – дводольні бур’яни, пантера (1,8 л/га) – однодольні.

Результати та обговорення.

Метеорологічні умови 2021 та 2022 вегетаційних років відрізнялися коливаннями гідротермічних показників.

У 2021 р. середні температури повітря I та II декади березня були досить високими (0,5 та 1,7 °С) й перевищили норму відповідно на 2,2 та 1,6 °С. Початок III декади (21–23.03) відзначався низькими температурами, які були нижчі від

кліматичного показника (3,1 °С) на 2,5–3,4 °С, мінімум 21.03 дорівнював -7,3 °С.

Квітень характеризувався повільним наростанням тепла. Перша декада була холоднішою від норми на 2,1 °С, зокрема середньодобові температури повітря початку квітня не перевищували позначку 4,9 °С за норми 6,1 °С. Нижчі від середньодобових показники на 0,3 і 2,0 °С спостерігали у II і III декадах квітня. У першій декаді травня температура також була нижчою від норми (11,5 °С) на 0,7 °С. У II декаді травня і I–III декадах червня температурний фон на 0,8–2,1 °С перевищував норму.

У березні кількість опадів становила 97 % норми. Деяко менше опадів відзначено і в квітні – 78 % від норми (51 мм), причому більша їх кількість випала у другій декаді (24,0 мм), а в першій декаді опадів випало найменше (6,4 мм), що мало певний негативний вплив на схожість ранніх ярих культур.

У травні сума опадів також була меншою – 55,4 мм за норми 85 мм (65 % від середньобагаторічного показника).

У I декаді червня середньодобова температура повітря була наближена до норми 16,2 (15,6 °С), у II та III – дорівнювала 18,1 і 22,1 °С і була вищою за норму відповідно на 2,1 та 4,9 °С. Місячна кількість опадів становила 97,3 мм, що вище від норми на 4,3 мм.

Температура липня на 4,4 °С перевищувала середньобагаторічне значення, водночас кількість опадів становила 92,3 % норми (94,2 мм за норми 102 мм). Перевищення температурного режиму на 0,8 °С відзначено і в серпні, спостерігали надлишок опадів – випало 112,8 мм за норми 82 мм.

У дослідному 2022 р. середні температури повітря II та III декади березня були досить високими (1,4 та 7,1 °С) й перевищили норму відповідно на 1,3 та 4,0 °С. У середньому за березень температура перевищила місячну норму на 2,1 °С.

Квітень характеризувався помірним наростанням тепла. Перша декада була холоднішою від норми на 0,9 °С, зокрема

середньодобові температури повітря початку квітня не перевищували позначку 5,2 °С за норми 6,1 °С. Нижчі від середньодобових показники на 1,5 °С спостерігали у II декаді, а III декада квітня була близька до норми (9,0 °С) – 8,9 °С. У першій декаді травня температура була вищою від норми (11,5 °С) на 1,6 °С. У II і III декаді травня температурний фон перевищував норму на 1,2 і 0,4 °С.

У березні випала недостатня кількість опадів (39 % від норми). Набагато більше опадів випало в квітні: 160 % норми (51 мм), причому найбільша їх кількість випала у третій декаді (44,9 мм), а в другій декаді опадів випало найменше (6,1 мм), що мало певний негативний вплив на схожість ранніх ярих культур.

У травні сума опадів була значно меншою – 24,3 мм за норми 85 мм, що негативно відображалось на рості і розвитку льону-межеумку. У першій декаді червня випало 37 % опадів від багаторічної норми, а у другій – 49 %, що негативно позначилося на рості та розвитку рослин льону олійного. У третій декаді рівень опадів становив 17 % від місячної норми, що пришвидшило проходження фаз розвитку. За червень випало 31,3 мм опадів за норми 93 мм.

Липень супроводжувався помірними температурами повітря, у першій декаді температурний показник перевищив середній на 19 %, а у другій був нижчим від норми на 1 °С. Слід зазначити, що температура третьої декади липня перевищила норму на 22 %, що сприяло швидкому досягненню коробочок льону. Кількість опадів у першій декаді знаходилася в межах норми, у другій становила 57 % від норми, а у третій декаді спостерігали нестачу опадів щодо норми на 7 %.

Серпень у першій декаді характеризувався невисокими температурними показниками, які знаходилися в межах норми (19,3 °С за норми 18,2), у другій декаді в середньому становили 20,4 °С, що вище від норми на 21 %. Третя декада серпня

супроводжувалася найбільш спекотною погодою та була практично без опадів, середній показник температури становив 21,1 °С, що перевищило декадну норму на 33 %. Опади ще більш активно коливалися за декадами. У першій нестача вологи до норми становила 10,1 мм, у другій, навпаки, – перевищувала норму на 18,7 мм. У третій декаді серпня практично опадів не випало та критично бракувало (5,9 мм проти норми 24 мм).

Найвищий показник польової схожості у 2021 р. одержали на варіанті з нормою висіву 6 млн сх. нас./га (83 %) проти контролю (82,6 %). Із збільшенням норм висіву з 8 до 12 млн польова схожість знижується з 82,4 до 79,3 %. Отже, збільшення норми висіву насіння понад 8 млн негативно впливає на польову схожість та виживання рослин льону-межеумку. Найбільшу висоту рослин спостерігали на варіантах з найвищою нормою висіву (12 млн сх. нас./га) – 66,0 см, на контролі – 61,2 см, приріст становив 4,8 см.

У 2022 р. найвищий показник польової схожості для льону-межеумку сорту Синевир одержали на варіанті з нормою висіву 6 млн сх. нас./га (81,0 %) проти контролю (79,0 %). Слід зазначити, що порівняно з попереднім роком для сходів льону у цьому році умови були складними, випала велика кількість опадів у вигляді зливових дощів, що призвело до запливання ґрунту. У цьому ж році найбільша висота рослин була за норм висіву 10–12 млн сх. нас./га та знаходилася в межах 62,2–63,2 см.

У середньому за два роки (табл. 1) польова схожість і виживання рослин для льону-межеумку були найвищими за норми висіву 6 млн сх. нас./га та становили відповідно 82,0 і 86,0 % проти контролю (80,8 та 85,8 %). Із збільшенням норм висіву до 8–12 млн сх. нас./га польова схожість знижується з 81,2 до 79,2 %.

Слід зазначити, що за найвищих норм висіву одержали найбільші показники висоти, яка сягала для 10 млн сх. нас./га 63 см, а для 12 млн сх. нас./га – 64,6 см.

1. Формування стеблостою льону-межуемку с. Синевир залежно від норм висіву насіння

Норма висіву, млн сх. нас./га	Густота стояння, шт./м ²		Польова схожість, %	Виживання, %	Висота рослин, см
	сходи	перед збиранням			
2021 р.					
4,0 (к)	330	282	82,6	85,5	61,2
6,0	500	429	83,0	85,7	63,1
8,0	659	559	82,4	84,9	63,7
10,0	817	690	81,7	84,5	63,7
12,0	952	797	79,3	83,7	66,0
2022 р.					
4,0 (к)	316	272	79	86,0	60,0
6,0	486	419	81	86,3	61,5
8,0	640	554	80	86,5	61,4
10,0	800	681	80	85,1	62,2
12,0	948	787	79	83,0	63,2
Середнє за 2021–2022 рр.					
4,0 (к)	323	277	80,8	85,8	60,6
6,0	493	424	82,0	86,0	62,3
8,0	650	557	81,2	85,7	62,6
10,0	809	686	80,9	84,8	63,0
12,0	950	792	79,2	83,4	64,6

Норми висіву насіння льону-межуемку сорту Синевир мали вплив на зміну кількості коробочок з однієї рослини (табл. 2). Найбільшу кількість коробочок сформували варіанти з нормами висіву 4 та 6 млн сх. нас./га, що становило 15,4 та 14 шт. Найменшу кількість коробочок

(6,7 шт.) утворили рослини на варіанті з нормою висіву 12 млн сх. нас./га, що менше від контролю на 8,7 шт.

Отже, за однорічними даними, збільшення норми висіву до 10–12 млн сх. нас./га призводить до різкого зменшення кількості коробочок на одній рослині.

2. Формування кількості коробочок та маси 1000 насінин льону-межуемку с. Синевир залежно від норми висіву насіння

Показник	Норми висіву, млн сх. нас./га														
	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
	2021 р.					2022 р.					Середнє за 2021–2022 рр.				
Кількість коробочок на 1 рослині, шт.	15,4	14,0	10,7	8,3	6,7	16,3	15,7	14,0	9,2	7,3	15,9	14,9	12,4	8,8	7,0
Маса 1000 насінин, г	5,64	5,56	5,48	5,46	5,40	6,63	6,5	6,47	6,42	6,4	6,1	6,0	6,0	5,9	5,9

Найбільшу кількість коробочок на одній рослині спостерігали за норм висіву 4–8 млн сх. нас./га, яка коливалася в межах 14,0–16,3 шт. Із зростанням норм висіву до 10 та 12 млн сх. нас./га кількість коробочок

на одній рослині зменшується до 7,3–9,2 шт.

У середньому за два роки найбільшу кількість коробочок одержали за норм 4–8 млн сх. нас./га, яка коливалася в межах 12,4–15,9 шт./рослину, відповідно

найменшу – за норм 10–12 млн сх. нас./га. Найвищі показники продуктивності в 2021 р. одержали за норми висіву 6 млн сх. нас./га – 1,74 т/га, що більше від

контролю на 0,2 т/га (табл. 3). Дещо нижчу достовірну врожайність (1,69 т/га) одержали за норми 8 млн сх. нас./га, що на 10 % більше від контролю без добрив.

3. Урожайність насіння льону-межуемку с. Синевир залежно від норми висіву

Норма висіву, млн сх. нас./га	Урожайність насіння, т/га	Приріст до контролю	
		т/га	%
2021 р.			
4,0 (к)	1,54	-	-
6,0	1,74	0,20	13
8,0	1,69	0,15	10
10,0	1,52	-0,02	-1
12,0	1,43	-0,11	-7
НІР _{0,5}	0,04		
2022 р.			
4,0 (к)	1,50	-	-
6,0	1,67	0,17	11
8,0	1,64	0,14	11
10,0	1,46	-0,04	-3
12,0	1,40	-0,10	-7
НІР _{0,5}	0,03		
Середнє за два роки			
4,0 (к)	1,52	-	-
6,0	1,71	0,19	12,0
8,0	1,67	0,15	10,5
10,0	1,49	-0,03	-2,0
12,0	1,42	-0,11	-7,0
НІР _{0,5}	0,03–0,04		

Наступні етапи підвищення норми висіву насіння призвели до загущення посівів, внаслідок чого спостерігаємо зниження врожайності порівняно до контролю на 1 та 7 %.

За однорічними даними встановлено, що між урожайністю насіння та кількістю головок, що утворилися на одній рослині, існує тісний кореляційний зв'язок ($r=0,57$).

У 2022 р. найвищу продуктивність сорту Синевир одержали за норм висіву 6 та 8 млн сх. нас./га, яка становила 1,67 та 1,64 т/га, що більше від контролю на 11 %. Як було зазначено вище, збільшення норм висіву призводить до загущення посівів та зниження продуктивності рослин, у цьому році на 3–7 %.

У середньому за два роки найвищу врожайність рослин одержали за норм

висіву 6 та 8 млн сх. нас./га, що вище від контролю на 0,15–0,19 т/га. За норм висіву 10 та 12 млн сх. нас./га продуктивність рослин була недостовірною.

Із підвищенням норми висіву насіння у 2021 р. від 4 до 10 млн сх. нас./га спостерігали загальну тенденцію до збільшення врожайності льоносоломи в сорту Синевир, а вже за норми 12 млн сх. нас./га вона незначно знизилася і становила 2,22 т/га, що на 12 % більше від контролю (табл. 4).

Найвищу врожайність льоносоломи одержали за норм висіву 8 і 10 млн сх. нас./га – відповідно 2,10 і 2,24 т/га, що більше порівняно з контрольним варіантом на 0,12 і 0,26 т/га, або на 6 і 12 %.

4. Урожайність соломи льону-межуемку с. Синевир залежно від норми висіву насіння

Норма висіву, млн шт./га схожого насіння	Урожайність льоносоломи, т/га	Приріст до контролю	
		т/га	%
2021 р.			
4,0 (к)	1,98	-	-
6,0	2,03	0,05	3
8,0	2,10	0,12	6
10,0	2,24	0,26	13
12,0	2,22	0,24	12
2022 р.			
4,0 (к)	1,60	-	-
6,0	1,68	0,08	5
8,0	1,80	0,22	13
10,0	1,88	0,30	17
12,0	1,84	0,27	15
Середнє за 2021–2022 рр.			
4,0 (к)	1,79	-	-
6,0	1,86	0,07	4
8,0	1,95	0,17	10
10,0	2,06	0,28	15
12,0	2,03	0,26	14

У 2022 р., як і в попередньому, спостерігали загальну тенденцію до збільшення врожайності льоносоломи в льону-межуемку від підвищення норм висіву. Слід зазначити, що в цьому році одержали меншу врожайність льоносоломи, яка тісно пов'язана з кількістю стебел на площі. А в цьому році схожість була нижчою.

У середньому за два роки найвищу врожайність льоносоломи одержали за норм висіву 10 та 12 млн сх. нас./га, яка відповідно становила 2,06 та 2,03 т/га, що вище від контролю на 0,28 та 0,26 т/га. Із зменшенням норм висіву знижується врожайність льоносоломи і становить для норми 8 млн сх. нас./га 1,95 т/га, для норми висіву 6 млн сх. нас./га – 1,86 т/га, що більше від контролю на 10 та 4 %.

Список використаної літератури

1. Буга Н. Ю., Ясенкова І. Я. Перспективи розвитку органічного виробництва в Україні. *Актуальні проблеми економіки*. 2015. Ч. 2. С. 117–125.
2. Вишнівська Ю. С. Вплив системи удобрення на формування продуктивності льону олійного. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5. С. 77–78.

Висновки. Найвищий показник польової схожості для льону-межуемку сорту Синевир одержали на варіанті з нормою висіву 6 млн сх. нас./га – 81,0 % проти контролю (79,0 %).

Максимальну кількість коробочок на одній рослині отримали за норм висіву 4–8 млн сх. нас./га, яка коливалася в межах 14,0–16,3 шт./росл., а продуктивність насіння – за норм висіву 6 та 8 млн сх. нас./га, яка становила 1,67 та 1,64 т/га, що більше від контролю на 11 %.

Найвищу врожайність льоносоломи одержали за норм висіву 8 і 10 млн сх. нас./га – відповідно 1,80 і 1,88 т/га, що більше порівняно з контрольним варіантом на 0,22 і 0,30 т/га.

References

1. Buha N. Y., Yassenkova I. Y. Prospects for the development of organic production in Ukraine. *Aktualni problemy ekonomiky*. 2015. Part 2. P. 117–125.
2. Vyshnivska Y. S. The influence of the fertilization system on the formation of oil flax productivity. *Visnyk ahraryoi nauky*. 2012. No 5. P. 77–78.
3. Hobeliak Y. M. The yield of linseed depends on the sowing rates. *Ahraryi visnyk Prychornomia*.

3. Гобеляк Ю. М. Врожайність насіння льону олійного залежно від норм висіву. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2006. Вип. 35. С. 80–83.
4. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2009. 372 с.
5. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон, 2008. 272 с.
6. Дідора В. Г., Шеремет Ю. В. Продуктивність льону олійного залежно від елементів технології вирощування в Поліссі України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. Вип. 3 (25). С. 136–137.
7. Дрозд І. Ф. Вплив метеорологічних умов Передкарпаття на морфологічні та біохімічні показники льону олійного. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2020. № 29. С. 112–122.
8. Дрозд І. Ф., Лях В. О. Інтервал варіювання ознак продуктивності льону олійного в умовах Львівщини. *Наук.-техн. бюл. Інституту олійних культур НААН*. 2012. Вип. 17. С. 60–65.
9. Дрозд О. М. Технології вирощування льону олійного. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 7. С. 24–26.
10. Іноваційні технології: агрохімія, землеробство, рослинництво / за наук. ред. О. Стасіва ; О. Стасів та ін. Оброшине : Видавництво Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, 2022. 252 с.
11. Оккерт А. В. Вплив норм висіву на формування продуктивності льону олійного Водограй. *Науково-технічний бюлетень ІОК НААН*. 2013. Вип. 18. С. 118–121.
12. Онюх Ю. М. Особливості вирощування льону олійного в умовах Західного Полісся. *Сільськогосподарські науки*. 2017. Вип. 27. С. 37–44.
13. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В. Напрями адаптування землеробства до клімату. 36. тез II Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти», 10–12 квіт. 2019 р. / ДУ НМЦ «Агроосвіта». Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 9–22.
14. Рыбак В. Г., Рыбак М. Ф., Шваб С. Б. Вплив елементів технології на показники якості льону олійного. *Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва*. 2010. Вип. 74, ч. I. С. 39–46.
15. Ровна О. В. Продуктивність льону олійного залежно від позакореневого підживлення. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2014. Вип. 9. С. 97–100.
16. Ровна О. В. Якісні показники продукції льону олійного залежно від норм висіву і строків збирання. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56 (II). С. 74–80.
17. Рудік Н. М. Економічний потенціал виробництва льону олійного в Україні. *Агросвіт*. 2020. № 2. С. 61–68.
2006. Iss. 35. P. 80–83.
4. Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments : navch. posib. / V. O. Ushkarenko et al. Kherson, 2009. 372 p.
5. Variance and correlation analysis in agriculture and crop production : navch. posib. / V. O. Ushkarenko et al. Kherson, 2008. 272 p.
6. Didora V. H., Sheremet Y. V. Productivity of linseed depending on the elements of growing technology in Ukraine. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2013. Iss. 3 (25). P. 136–137.
7. Drozd I. F. The influence of meteorological conditions of Precarpathia on the morphological and biochemical parameters of oil flax. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2020. No 29. P. 112–122.
8. Drozd I. F., Liakh V. O. The interval of variation of oil flax productivity characteristics in the conditions of Lviv Oblast. *Nauk.-tekhn. biul. Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2012. Iss. 17. P. 60–65.
9. Drozd O. M. Technologies for growing oilseed flax. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2007. No 7. P. 24–26.
10. Innovative technologies: agrochemistry, agriculture, crop production / za nauk. red. Stasiva O. ; O Stasiv et al. Obroshyne : Vydavnytstvo Instytutu silskoho hospodarstva Karpatskoho rehionu NAAN, 2022. 252 p.
11. Okkert A. V. The influence of sowing rates on the formation of Vodogray oil flax productivity. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IOK NAAN*. 2013. Iss. 18. P. 118–121.
12. Oniukh Y. M. Peculiarities of linseed cultivation in the conditions of Western Polissia. *Silskohospodarski nauky*. 2017. Iss. 27. P. 37–44.
13. Pysarenko V. M., Pysarenko P. V., Pysarenko V. V. Directions of adaptation of agriculture to the climate. *Zb. tez II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Klimatichni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity»*, 10–12 kvit. 2019 r. / DU NMTs «Ahroosvita». Kyiv – Mykolaiv – Kherson, 2019. P. 9–22.
14. Rybak V. H., Rybak M. F., Shvab S. B. The influence of elements of technology on the quality indicators of oil flax. *Zb. nauk. pr. Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2010. Iss. 74, part I. P. 39–46.
15. Rovna O. V. Productivity of linseed depending on foliar fertilization. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Ahronomiia i biolohiia*. 2014. Iss. 9. P. 97–100.
16. Rovna O. V. Qualitative indicators of linseed production depending on sowing rates and harvesting periods. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytstvo*. 2014. Iss. 56 (II). P. 74–80.
17. Rudik N. M. Economic potential of linseed production in Ukraine. *Ahrosvit*. 2020. No. 2. P. 61–68.
18. Rudik O. L. Peculiarities of the formation of the linseed crop depending on the sowing date and the sowing rate in the conditions of the dry steppe of Ukraine. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IOK NAAN*.

18. Рудік О. Л. Особливості формування урожаю льону олійного залежно від терміну сівби та норми висіву в умовах Сухого Степу України. *Науково-технічний бюлетень ІОК НААН*. 2014. № 21. С. 105–111.
19. Святченко С. І. Біоенергетична оцінка вирощування олійних культур – критерій конкурентоспроможності та інноваційності. *Посібник українського хлібороба* : наук.-практ. зб. 2014. Т. 2. С. 52–55.
20. Чехов І. В., Чехов С. А., Шкурко М. П. Вітчизняний ринок льону. *Економіка України*. 2017. № 1. С. 53–58.
21. Чухліб А. В. Програмування в системі управління виробництвом продукції льонарства. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2018. Вип. 290. С. 277–282.
22. Шваб С. Б., Мирончук В. П. Врожайність льону олійного залежно від норм висіву насіння та удобрення. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2007. Вип. 79. С. 110–114.
23. Шеремет Ю. В., Дідора В. Г., Шваб С. Б. Сортові особливості технології вирощування льону олійного в умовах Полісся України. *Луб'яні та технічні культури* : зб. наук. пр. 2013. Вип. 3 (8). С. 102–106.
24. Шеремет Ю. В., Дербон І. Ю., Дідора В. Г. Факторний аналіз польового досліду на прикладі льону олійного. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 4. С. 19–23.
25. Шувар А. М. Вплив строків сівби сортів льону олійного на продуктивність за різних норм висіву. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 28. С. 160–167.
26. Шувар А. М. Продуктивність льону олійного залежно від агротехнічних чинників в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54 (II). С. 120–123.
2014. No 21. P. 105–111.
19. Sviatchenko S. I. Bioenergetic evaluation of the cultivation of oil crops - a criterion of competitiveness and innovation. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba* : nauk.-prakt. zb. 2014. Vol. 2. P. 52–55.
20. Chekhov I. V., Chekhov S. A., Shkurko M. P. Domestic flax market. *Ekonomika Ukrainy*. 2017. No 1. P. 53–58.
21. Chukhlib A. V. Programming in the production management system of flax products. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Serii: Ekonomika, ahraryni menedzhment, biznes. 2018. Iss. 290. P. 277–282.
22. Shvab S. B., Myronchuk V. P. The yield of linseed oil depends on the norms of seed sowing and fertilization. *Zemlerobstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2007. Iss. 79. P. 110–114.
23. Sheremet Y. V., Didora V. H., Shvab S. B. Varietal features of the technology of growing oil flax in the conditions of Polissia of Ukraine. *Lubiani ta tekhnichni kultury* : zb. nauk. pr. 2013. Iss. 3 (8). P. 102–106.
24. Sheremet Y. V., Derebon I. Y., Didora V. H. Factor analysis of a field experiment on the example of linseed oil. *Visnyk ahrarynoi nauky*. 2014. No 4. P. 19–23.
25. Shuvar A. M. The influence of sowing dates of linseed varieties on productivity at different sowing rates. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. 2019. No 28. P. 160–167.
26. Shuvar A. M. Productivity of oil flax depending on agrotechnical factors in the conditions of the Western Forest Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2012. Iss. 54 (II). P. 120–123.

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.92:636.084

**ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ ТА ІНТЕР'ЄРНІ ПОКАЗНИКИ КРОЛІВ
ЗА ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ У РАЦІОНІ****М. В. Гринів**

Рогатинський аграрний фаховий
коледж
77000, вул. Шашкевича, 61,
м. Рогатин, Івано-Франківська обл.,
77001

Про авторів:

Михайло ГРИНІВ,
викладач
ORCID: 0000-0003-0814-6007

Для листування:

Михайло Гринів
e-mail: gryniv_misha@ukr.net

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

31 липня 2023 р.

Погоджено до друку:

2 жовтня 2023 р.

Статтю присвячено дослідженню впливу високобілкової зернової культури – тритикале (сорт Поліське 7) за введення її у вигляді дерті у комбікорм для молодняку кролів термонської породи на інтенсивність їх росту, морфологічні та біохімічні показники крові у період з 50-ї до 100-ї доби життя. Підібрано 5 груп, по 10 голів у кожній, з яких контрольна отримувала вволю гранульований стандартний повнораціонний комбікорм. Дослідним групам – I, II, III та IV згодовували комбікорм, у якому зерно вівса і ячменю замінили дертю зерна тритикале з розрахунку відповідно 100, 50, 25 і 12,5 %. Встановлено, що за введення зерна тритикале у кількості 50 і 12,5 % до гранульованого комбікорму незначно підвищився вміст еритроцитів у крові тварин II та IV дослідних груп, також відзначено тенденцію до зростання кількості лейкоцитів у всіх дослідних групах порівняно з контрольною. Вміст альбумінової фракції у плазмі крові кролів IV групи був вірогідно вищим на 9,4 % порівняно з контролем. Кальцій-фосфорне співвідношення в II та IV дослідних групах було відповідно на 11,5 та 10,1 % вищим щодо контролю, а в середньому по дослідних групах кролів складало 2,19:1–2,65:1, що свідчить про відсутність відхилень при надходженні та засвоєнні Кальцію і Фосфору в організмі. Оптимізація основного раціону молодняку кролів заміною зернової групи комбікорму дертю зерна тритикале сорту Поліське 7 призвела до підвищення продуктивності кролів: жива маса особин у 100-добовому віці зросла в II групі (50 % заміни) на 4,1 %, а в IV (12,5 % заміни) – на 4,5 %. У них також був вищим середньодобовий приріст щодо контролю.

Ключові слова: кролі, комбікорм, тритикале, морфологічні та біохімічні показники, інтенсивність росту.

Growth intensity and interior indicators of rabbits by the use of triticale grain in the diet

Rohatyn agricultural vocational college
str. Shashkevycha, 61, Rohatyn,
Ivano-Frankivsk region,
77001

About authors:

Mykhailo Hryniv
ORCID: 0000-0003-0814-6007

For corresponding:

Mykhailo Hryniv
e-mail: gryniv_misha@ukr.net

Funding information:

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:

July 31, 2023

Accepted:

October 2, 2023

The article is devoted to the study of the influence of a high-protein grain crop – triticale (variety Poliske 7) when it is introduced in the form of grits into compound feed for young rabbits of the Termon breed, on their growth intensity, morphological and biochemical indicators of blood in the period from the 50th to the 100th day of life. 5 groups were selected, 10 heads in each. The control group received granulated standard full-ration compound feed ad libitum. Experimental groups – I, II, III and IV were fed combined feed, in which oat and barley grains were replaced by triticale grain at the rate of 100, 50, 25 and 12.5 %, respectively. It was established that the introduction of triticale grain in amounts of 50 and 12.5 % to the granulated compound feed slightly increased the content of erythrocytes in the blood of animals of the II and IV experimental groups, and a tendency to increase the number of leukocytes in all experimental groups compared to the control group. The content of the albumin fraction in the blood plasma of rabbits of the IV group was probably higher by 9.4 % compared to the control. The calcium-phosphorus ratio in the II and IV experimental groups was 11.5 and 10.1 % higher, respectively, compared to the control, and the average for the experimental groups of rabbits was 2.19 : 1–2.65 : 1, which indicates the absence of deviations during the intake and assimilation of Calcium and Phosphorus in the body. Optimizing the main ration by replacing the grain group of compound feed with triticale grits of the Poliske 7 variety led to an increase in their productivity: the live weight of individuals at the age of 100 days increased in the II group (50 % replacement) by 4.1 %, and in the IV (12.5 % replacement) – by 4.5 %. They also had a higher mean daily gain relative to control.

Keywords: rabbits, combined fodder, triticale, morphological and biochemical indicators, growth intensity.

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

Вступ. Сучасні технології ведення кролівництва вимагають повноцінної та збалансованої годівлі тварин за усіма параметрами живлення [5, 15]. Інтенсивний розвиток галузі передбачає використання повнораціонних комбікормів для забезпечення тварин всіма поживними речовинами, сприяння належного та швидкого розвитку м'язової маси й максимальної реалізації їхнього генетичного потенціалу [14, 20, 23].

Останніми роками розведення кролів, як джерела високоякісного тваринного білка, стає щораз популярніше завдяки їх невеликому розміру, швидкому росту, високій плодючості, короткому інтервалу між поколіннями та здатності споживати як корм побічні продукти сільського

господарства. За останні роки промислова популяція кролів зросла більш ніж на 40 % [12, 16, 24].

Утримання молодняку кролів та інтенсивне виробництво кролятини – ресурсозатратний процес, тому ведеться постійний пошук шляхів удосконалення та здешевлення технологій їх вирощування [18, 26, 28]. Зважаючи на більший попит на екологічно безпечну та органічну продукцію тваринництва, останнім часом окреслено кілька шляхів розв'язання такої проблеми [29]. Важливими в цьому плані є заходи і способи, що покращують коефіцієнт конверсії корму, як от застосування фітопрепаратів, виготовлених на основі ефірних олій [27], використання про- та пребіотиків при відгодівлі тварин,

збагачення раціонів вітамінно-мінеральними препаратами [22] і різного роду кормовими добавками [10, 25]. Також з цією метою автори [30] пропонують оптимізувати систему утримання кролів, яка дозволяє зменшити використання антибіотиків та покращити якість м'ясної продукції кролівництва [11, 17].

Протягом останніх десятиріч ведуться пошуки, спрямовані на використання нетрадиційної сировини, як джерела виробництва комбікормів для кролів з високою протеїновою й енергетичною поживністю [19]. Одним із резервів поповнення кормової бази є використання у їх раціонах високобілкової кормової культури тритикале – гібриду пшениці й жита [3, 6]. Зерно тритикале є джерелом протеїну з високим вмістом лімітних амінокислот, особливо лізину. За вмістом обмінної енергії воно прирівнюється до зерна пшениці, поступається кукурудзі й переважає ячмінь [7].

Оптимізація раціонів при інтенсивному вирощуванні кролів високопродуктивних гібридів за енергією [10], балансом поживних речовин, зокрема білка [4] теж є актуальним шляхом розв'язання проблеми, оскільки дозволяє

реалізувати генетичний потенціал тварин повною мірою. Отже, дослідження особливостей застосування, вивчення продуктивної дії та безпечності різноманітних природних кормових добавок у відгодівлі кролів залишається актуальним та інноваційним.

Метою наших досліджень було з'ясувати вплив згодовування різних кількостей дерті зерна тритикале сорту Поліське 7 у складі гранульованого комбікорму на інтер'єрні показники та інтенсивність росту молодяку кролів у період з 50-ї до 100-ї доби життя.

Матеріали і методи. Для проведення досліджень у віці 50 діб за принципом аналогів підібрано 5 груп кроликів (контрольну і чотири дослідні) по 10 тварин (5 самців і 5 самиць) у кожній.

Комбікорм контрольної групи складався із зерна ячменю і вівса, висівок пшеничних, макухи соєвої, шроту соняшникового, борошна трав'яного, преміксу. Кролям I, II, III та IV дослідних груп згодовували комбікорм контрольної групи із заміною у ньому зернових складових дертю зерна тритикале сорту Поліське 7 за схемою, наведеною в таблиці 1.

1. Схема досліді

Група	Характер годівлі
Контрольна	Основний раціон (ОР) – збалансований гранульований комбікорм і вода без обмеження
I дослідна	ОР + 100 % заміна зернової групи дертю зерна тритикале сорту Поліське 7
II дослідна	ОР + 50 % заміна зернової групи дертю зерна тритикале
III дослідна	ОР + 25 % заміна зернової групи дертю зерна тритикале
IV дослідна	ОР + 12,5 % заміна зернової групи дертю зерна тритикале

За енергетичною поживністю комбікорми контрольної та дослідних груп були ідентичними. Тварин утримували в приміщеннях з регульованим мікрокліматом та освітленням у клітках розміром 50 × 120 × 30 см.

Тривалість дослідження 50 діб, підготовчий період – 10, дослідний – 40 діб.

Дослідження проводили згідно з сучасними методологічними підходами та з дотриманням відповідних вимог і

стандартів, котрі використовуються у вітчизняній та міжнародній практиці, зокрема відповідали вимогам ДСТУ ISO/EC 17025:2006. Утримання тварин та всі маніпуляції проводили відповідно до положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які

використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» [21].

Зразки крові відбирали з крайової вушної вени у 6 тварин (3 самці й 3 самиці) з кожної групи. Морфологічні та біохімічні дослідження здійснювали за методиками, описаними Влізло В. В. та ін., 2012 [9]. Упродовж дослідного періоду (кожну декаду) проводили зважування кролів.

Отриманий цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Обчислювали середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних величин ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними за $P < 0,05-0,01$. Для розрахунків було використали комп'ютерну програму MS-Excel-2007.

Результати та обговорення.

Згодовування різної кількості зерна тритикале у складі гранульованого комбікорму спричинило певний вплив на фізіолого-біохімічний профіль крові піддослідних кролів. При дослідженні морфологічних показників крові встановлено тенденцію до підвищення кількості еритроцитів у тварин II й IV дослідних груп, що може вказувати на дещо вищу інтенсивність перебігу окисно-відновних процесів у їх організмі (табл. 2).

Низкою досліджень доведено, що лейкоцити відіграють важливу роль у формуванні імунних реакцій і є частиною системи гуморального імунітету [2, 8].

2. Морфологічні показники крові піддослідних кролів ($M \pm m$, $n=6$)

Показник	Група				
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна	IV дослідна
Дослідний період (70 доба)					
Еритроцити, Т/л	4,03±0,04	4,03±0,06	4,08±0,05	3,98±0,05	4,06±0,05
Лейкоцити, 10 ³ мкл/л	6,11±0,15	6,13±0,19	6,48±0,15	6,25±0,33	6,93±0,29*
Дослідний період (100 доба)					
Еритроцити, Т/л	4,06±0,09	4,11±0,07	3,98±0,05	4,03±0,09	4,08±0,05
Лейкоцити, 10 ³ мкл/л	6,31±0,46	6,91±0,40	6,38±0,34	7,01±0,35	7,15±0,37

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

Встановлено тенденцію до підвищення кількості лейкоцитів у всіх дослідних групах щодо контрольної, однак на 70 добу у IV дослідній групі зростання було на 13 % ($P < 0,05$). Це може свідчити про позитивний вплив застосованої кількості зерна тритикале на формування захисної функції організму кролів.

Вміст загального протеїну у плазмі кролів контрольної та дослідних груп в

середньому не відрізнявся і становив 75,6–78,7 г/л за норми 60–82 г/л (табл. 3). Проте для другої й четвертої груп тварин характерною була тенденція зростання його вмісту (на 0,7 та 1,4 %) порівняно з контролем, що може означати більшу потребу його пластичного матеріалу для синтезу білків тканин організму [2, 8].

3. Біохімічні показники плазми крові піддослідних кролів ($M \pm m$, $n=6$)

Показник	Група				
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна	IV дослідна
1	2	3	4	5	6
Дослідний період (70 доба)					
Загальний протеїн, г/л	75,6±1,56	77,8±1,38	78,5±1,41	76,3±1,44	78,7±1,33
Альбумін, г/л	42,5±0,63	46,1±0,89**	45,8±1,31*	44,7±0,92	46,5±1,07**
Холестерол, ммоль/л	4,55±0,57	4,78±0,19	4,88±0,22	4,58±0,20	4,76±0,19

1	2	3	4	5	6
Загальний кальцій, ммоль/л	2,1±0,03	2,2±0,05	2,3±0,05**	2,1±0,04	2,2±0,07
Фосфор неорганічний, ммоль/л	0,90±0,04	0,96±0,08	1,10±0,06	1,01±0,05	1,06±0,06*
Ca : P, %	2,33 : 1	2,91 : 1	2,09 : 1	2,07 : 1	2,08 : 1
Дослідний період (100 доба)					
Загальний протеїн, г/л	76,4±1,28	75,4±0,93	77,0±1,61	76,7±1,32	77,5±1,25
Альбумін, г/л	41,3±0,72	42,3±0,71	45,5±0,72	44,1±1,33	44,6±0,96
Холестерол, ммоль/л	4,60±0,15	4,63±0,16	4,66±0,18	4,73±0,21	4,48±0,17
Загальний кальцій, ммоль/л	2,1±0,05	2,1±0,04	2,4±0,06**	2,1±0,07	2,3±0,06
Фосфор неорганічний, ммоль/л	0,91±0,04	0,90±0,06	1,11±0,08*	0,96±0,08	0,98±0,07
Ca : P, %	2,31 : 1	2,67 : 1	2,16 : 1	2,19 : 1	2,35 : 1

Примітка: * – P < 0,05; ** – P < 0,01.

Зі всіх протеїнів плазми крові альбуміни, маючи меншу молекулярну масу, виконують транспортну функцію, зв'язують органічні та неорганічні речовини, відіграють важливу роль у підтриманні осмотичного тиску (табл. 3) [2].

Встановлено, що вміст альбуміну у плазмі крові кролів I, II й IV дослідних груп був вірогідно відповідно вищим на 8,4 (p<0,01), 7,7 (p<0,05) та 9,4 % (p<0,01), порівняно з контролем. Зміна кількості альбумінів відбувалася пропорційно вмісту загального протеїну, очевидно, з чим раз більшою їх потребою як транспортера поживних речовин.

Очевидним є той факт, що уведення дерті зерна тритикале у склад гранульованого комбікорму для кролів впливає на метаболізм холестеролу, який в організмі виконує життєво важливі функції, зокрема регулює ліпідний обмін, стимулює синтез фосфоліпідів, бере участь у функціонуванні клітинних мембран. Рівень холестеролу у крові I, II, III й IV дослідних груп кролів підвищився відповідно на 0,6, 1,3, 2,8 та 4,3 % порівняно з контрольною групою, однак без статистично вірогідної різниці.

Кальцій потрібний для росту й розвитку організму, він знаходиться у кістках у вигляді фосфорної та вуглекислих солей, входить до складу всіх тканин і

органів тварин. Організм кролів володіє певною особливістю щодо засвоєння Кальцію. З кормів раціону він засвоюється повністю, а надлишки виводяться нирками [1]. Дослідженнями встановлено, що у крові тварин II дослідної групи вміст Кальцію був вірогідно вищим на 9,5 і 14,2 % (p<0,01) на 70 і 100 добу порівняно з контрольною групою. У цілому ж показники засвоєння тваринами кальцію в усіх групах знаходилися на високому рівні.

Фосфор в організмі тварин перебуває у вигляді солей фосфорної кислоти, входить до складу протеїнів, ліпідів, вуглеводів. Неорганічний фосфор з організму виводиться з сечею та калом [13]. Дані, наведені у табл. 3 свідчать про, те що на відміну від кальцію, показники відкладення Фосфору в організмі мали менші відхилення й знаходилися у вузькому діапазоні, однак відрізнялися між собою. Найбільша кількість Фосфору засвоювалася в організмі тварин II дослідної групи (на 12 %), порівняно з контролем. Однак його відкладення у представників усіх піддослідних груп знаходилося в межах фізіологічної норми.

Кальцієво-фосфорне співвідношення в середньому по дослідних групах кролів складало 2,19 : 1–2,65 : 1, що вказує на відсутність відхилень при надходженні та засвоєнні Кальцію і Фосфору в їх організмі. Це співвідношення у другій і четвертій

дослідних групах було відповідно на 11,5 та 10,1 % вищим щодо контролю.

Результати, отримані при дослідженні інтенсивності росту молодняка кролів

свідчать, що на 60 добу життя (підготовчий період) як жива маса, так і середньодобові прирости тварин істотно не відрізнялися (табл. 4).

4. Показники інтенсивності росту кролів ($M \pm m$, $n=10$), г

	Група				
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна	IV дослідна
Жива маса: 1 доба	60,5±2,10	59,5±2,02	61,5±1,55	60,2±1,93	61,2±2,25
підготовчий період (60 доба)	1707,3±48,0	1739,5±98,9	1698,2±69,8	1760,0±52,6	1749,3±95,9
на початку досліду (70 доба)	2028,8±56,0	2109,5±152,7	1983,0±127,5	2080,0±93,8	2259,5±123,1
в кінці досліду (100 діб)	3154,2±43,6	3180,9±122,7	3286,0±134,0	2998,3±83,6	3612,1±113,4*
Приріст:					
загальний, кг	1125,4	1071,4	1303,0	918,3	1352,0
середньодобовий, г	37,51	35,71	43,43	30,61	45,09
У % до контролю	100	95,2	115,8	81,6	120,2

Примітка: * – $P < 0,05$.

Починаючи з 70-ої доби, у тварин IV дослідної групи, яким згодовували комбікорм із вмістом 12,5 % зерна тритикале, відзначено збільшення маси тіла на 11,3 % та середньодобових приростів на 58,6 % порівняно з контрольною групою.

Аналогічну картину спостерігали до завершення дослідного періоду. На 100-у добу життя зростання маси тіла кролів відзначено в II й IV дослідних групах – відповідно на 4,1 та 4,5 %, у них також був вищим середньодобовий приріст порівняно з контрольними ровесниками.

Висновки. Уведення до складу гранульованого комбікорму дерті зерна тритикале в кількості 50 та 12,5 % (II й IV дослідні групи) на заміну аналогічної

кількості вівса і ячменю оптимізує процеси метаболізму в організмі та підвищує інтенсивність росту кролів.

За використання в раціонах кролів комбікорму з добавкою дерті тритикале не спостерігали вірогідної зміни морфологічних показників крові, однак відзначено незначне підвищення концентрації загального білка і його альбумінової фракції.

Кальцій-фосфорне співвідношення в середньому по дослідних групах кролів склало 2,19 : 1–2,65 : 1 і в II й IV дослідних групах було відповідно на 11,5 та 10,1 % вищим щодо контролю.

Список використаної літератури

- Агій В. М. Сучасні підходи до нормування мінерального живлення тварин. *Проблеми агропромислового комплексу Карпат*. 2017. Вип. 25–26. С. 201–208.
- Аксёнов Є. О. Біохімічні показники кролів м'ясоного напрямку продуктивності за згодовування малокомпонентних комбікормів. *НТБ ІТ НААН*. 2019. № 121. С. 44–52.
- Білітюк А. П., Ісаков В. В., Потапчук Ю. В. Тритикале – кормова білкова культура. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 38–43.
- Бірта Г. О. Рівень використання поживних речовин корму та баланс азоту, кальцію, фосфору в

References

- Agii V. M. Modern approaches to the regulation of mineral nutrition of animals. *Problemy ahropromyslovoho kompleksu Karpat*. 2017. Issue 25–26. P. 201–208.
- Aksionov Ye. O. Biochemical indicators of productivity of meat-type rabbits fed low-component combined feed. *NTB IT NAAS*. 2019. No 121. P. 44–52.
- Bilitiuk A. P., Isakov V. V., Potapchuk Yu. V. Triticale – fodder protein crop. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2010. Issue 66. P. 38–45.
- Birta H. O. The level of utilization of feed nutrients and the balance of Nitrogen, Calcium, and

організмі. *Сільське господарство. Тваринництво*. 2009. № 12. С. 66–68.

5. Булака В. А., Борщенко В. В., Кривий М. М. Біологія продуктивності сільськогосподарських тварин : курс лекцій. Житомир, 2012. 191 с.

6. Васильєв С. В. Народногосподарське значення тритикале та перспективи його використання для розширення сировинної бази харчових виробництв. *Зернові продукти і комбікорми*. 2016. Т. 62. С. 12–24.

7. Заєць А. П., Ліцький О. Ф., Лілік Т. В. Порівняльна оцінка зерна тритикале та пшениці при відгодівлі свиней. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 228–233.

8. Кучерявий В. П., Штенська О. Б., Ванжула Ю. І. Морфологічні та біохімічні показники крові відгодівельного молодняку кролів. *НТБ ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2016. Т. 18. № 2. С. 124–128.

9. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / В. В. Влізла, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич та ін.; за ред. В. В. Влізла. Львів : СПОЛОМ, 2012. 764 с.

10. Продуктивність вирощування кролів при різних рівнях метіоніну в раціоні / М. Ю. Сичов та ін. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2018. Т. 20 (84). С. 60–64. Doi: 10.15421/nvlvet8411.

11. Сачук Р. М. Особливості постембріонального розвитку молодняку кролів в залежності від системи утримання. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2012. Т. 14. №3 (53), ч. 2. С. 384–387.

12. Спосіб підвищення продуктивності молодняку кролів за інтенсивної технології вирощування на м'ясо: пат. 152351 Україна : А23/К 10/30, А23К 20/10 / М. В. Гринів та ін. № u 202203046 ; заявл. 22.08.2022 ; опубл. 11.01.2023, Бул. № 2. 4 с.

13. Федорченко М. М. Баланс мінеральних речовин в організмі кролів новозеландської породи при згодовуванні вітамінно-мінеральної добавки. *Вісник Сумського НАУ*. 2020. Вип. 4 (43). С. 113–121.

14. Alejandro S. d. B., Ana Isabel G.-R., Nuria N. Effect of Type and Dietary Fat Content on rabbit growing Performance and Nutrient Retention from 34 to 63 Days Old. *Animals*. 2021. 11. 3389. Doi: 10.3390/ani11123389.

15. Bashchenko M. I., Honchar O. F., Boyko O. V. Rabbit breeding in Ukraine. 2020. Chornobay : GlobeEdit.

16. Behaviour and welfare of growing rabbits housed in cages and pens / A. Trocino et al. *Live-stock Science*. 2014. Vol. 167. P. 305–314.

17. Bouatene D., Bohoua L., Guichard S. Effect of moringa oleifera on growth performance and health status of young post-weaning rabbits. *Research J. of Poultry Sciences*. 2011. Vol. 4 (1). P. 7–13.

18. Cullere M., Dalle Zotte A. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. *Meat Science*. 2018. 143. 137–146. Doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.029.

Phosphorus in the body. *Silke gospodarstvo. Tvarynnystvo*. 2009. No 12. P. 66–68.

5. Burlaka V. A., Borshchenko V. V., Kryvyi M. M. Biology of productivity of agricultural animals: Kurs lektzii. Zhytomyr, 2012. 191 p.

6. Vasyliiev S. V. The national economic importance of triticale and the prospects of its use for the expansion of the raw material base of food production. *Zernovi produkty i kombikormy*. 2016. 2016. Vol. 62. P. 12–24.

7. Zaiets A. P., Litskyi O. F., Lilyk T. V. Comparative assessment of triticale and wheat grain for fattening pigs. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2012. Issue 73. P. 228–233.

8. Kucheriavyyi V. P., Shtenska O. B., Vanzhula Yu. I. Morphological and biochemical blood parameters of fattening young rabbits. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2016. Vol. 18 (2). P. 124–128.

9. Laboratory methods of research in biology, animal sciences and veterinary medicine / V. V. Vlizlo et al. ; za red. V. V. Vlizla. Lviv, 2012. 759 p.

10. Rabbit breeding productivity at different levels of methionine in the diet / M. Yu. Sychov et al. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2018. Vol. 20 (84). P. 60–64. Doi: 10.15421/nvlvet8411.

11. Sachuk R. M. Peculiarities of the post-embryonic development of young rabbits depending on the housing system. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2012. Vol. 14. No 3 (53), part 2. P. 384–387.

12. The method of increasing the productivity of young rabbits using the intensive technology of rearing for meat: pat. 152351 Ukrayina : A23/K 10/30, A23K 20/10 / M. V. Hryniv, L. M. Darmohrai, I. V. Tryniv, N. M. Fedak – № u 202203046 ; zayavl. 22.08.2022 ; opubl. 11.01.2023, Byul. No 2. 4 p.

13. Fedorchenko M. M. The balance of mineral substances in the body of rabbits of the New Zealand breed when fed with a vitamin-mineral supplement. *Visnyk Sumskoho NAU*. 2020. Issue 4 (43). P. 113–121.

14. Alejandro S. d. B., Ana Isabel G.-R., Nuria N. Effect of Type and Dietary Fat Content on rabbit growing Performance and Nutrient Retention from 34 to 63 Days Old. *Animals*. 2021. 11. 3389. Doi: 10.3390/ani11123389.

15. Bashchenko M. I., Honchar O. F., Boyko O. V. Rabbit breeding in Ukraine. 2020. Chornobay : GlobeEdit.

16. Behaviour and welfare of growing rabbits housed in cages and pens / A. Trocino et al. *Live-stock Science*. 2014. Vol. 167. P. 305–314.

17. Bouatene D., Bohoua L., Guichard S. Effect of moringa oleifera on growth performance and health status of young post-weaning rabbits. *Research J. of Poultry Sciences*. 2011. Vol. 4 (1). P. 7–13.

18. Cullere M., Dalle Zotte A. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. *Meat Science*. 2018. 143. 137–146. Doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.029

19. De Blas J. C., Mateos G. G. Feed Formulation. *Nutrition of the Rabbit*. 3rd ed.; De Blas, C., Wiseman,

19. De Blas J. C., Mateos G. G. Feed Formulation. *Nutrition of the Rabbit*. 3rd ed.; De Blas, C., Wiseman, J., Eds.; CAB International: Wallingford, UK, 2020. 243–253.
20. De Blas J. C. Nutritional impact on health and performance in intensively reared rabbits. *Animal*. 2013. 7. 102–111.
21. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. 1986. Council of Europe, Strasbourg.
22. Fedorchenko M. Influence of vitamin-mineral supplement on protein metabolism in rabbits' organisms. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2021. 4 (1). 3–6. Doi.org/10.32718/ujvas4-1.01.
23. Grigorov I. General and specific aspects of the rabbits' breeding. Habilitation work. Stara Zagora, 2008. 287.
24. Growth performance, digestive efficiency, and meat quality of two commercial crossbred rabbits fed diets differing in energy and protein levels / M. Birolo et al. *Animals*. 2022. 12 (18). 2427. doi.org/10.3390/ani12182427.
25. Gugolek A., Kowalska D. Animal fats in rabbit feeding – a review. *Ann. Anim. Sci.* 2020. Vol. 20. No 4. 1185–1215. Doi: 10.2478/aoas-2020-0091.
26. Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental aspects / T. Gidenne et al. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2017. 225. 109–122.
27. Influence of plant biological additive on the productivity of young rabbits / H. Sedilo et al. *Scientific Horizons*. 2022. 25 (10). 9–16.
28. Maertens L. Feeding systems for intensive production. *Nutrition of the Rabbit*. 3rd ed.; De Blas, C., Wiseman, J., Eds.; CAB International : Wallingford, UK, 2020. 275–288.
29. Pastured organic rabbit farming: growth of rabbits under different herbage allowance and quality / H. Legendre et al. *Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP)*. Dubrovnik, Croatia, 2018. 69. 705. (hal-02736060).
30. Petrescu D. C., Petrescu-Mag R. M. Consumer behaviour related to rabbit meat as functional food. *World Rabbit Sci.* 2018. 26, 321–333. Doi: 10.4995/wrs.2018.10435.
- J., Eds.; CAB International: Wallingford, UK, 2020. 243–253.
20. De Blas J. C. Nutritional impact on health and performance in intensively reared rabbits. *Animal*. 2013. 7. 102–111.
21. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. 1986. Council of Europe, Strasbourg.
22. Fedorchenko M. Influence of vitamin-mineral supplement on protein metabolism in rabbits' organisms. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2021. 4 (1). 3–6. Doi.org/10.32718/ujvas4-1.01.
23. Grigorov I. General and specific aspects of the rabbits' breeding. Habilitation work. Stara Zagora, 2008. 287.
24. Growth performance, digestive efficiency, and meat quality of two commercial crossbred rabbits fed diets differing in energy and protein levels / M. Birolo et al. *Animals*. 2022. 12 (18). 2427. doi.org/10.3390/ani12182427.
25. Gugolek A., Kowalska D. Animal fats in rabbit feeding – a review. *Ann. Anim. Sci.* 2020. Vol. 20. No 4. 1185–1215. Doi: 10.2478/aoas-2020-0091.
26. Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental aspects / T. Gidenne et al. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2017. 225. 109–122.
27. Influence of plant biological additive on the productivity of young rabbits / H. Sedilo et al. *Scientific Horizons*. 2022. 25 (10). 9–16.
28. Maertens L. Feeding systems for intensive production. *Nutrition of the Rabbit*. 3rd ed.; De Blas, C., Wiseman, J., Eds.; CAB International : Wallingford, UK, 2020. 275–288.
29. Pastured organic rabbit farming: growth of rabbits under different herbage allowance and quality / H. Legendre et al. *Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP)*. Dubrovnik, Croatia, 2018. 69. 705. (hal-02736060).
30. Petrescu D. C., Petrescu-Mag R. M. Consumer behaviour related to rabbit meat as functional food. *World Rabbit Sci.* 2018. 26, 321–333. Doi:10.4995/wrs.2018.10435.

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.084/.087

**ВИКОРИСТАННЯ ФІТОБІОТИКІВ У ГОДІВЛІ ТЕЛЯТ
ТА ЇХ ВПЛИВ НА ФОРМУВАННЯ РУБЦЕВОГО ТРАВЛЕННЯ
І РЕЗИСТЕНТНІСТЬ****Я. І. Кирилів¹, Н. М. Федак¹, М. А. Петришин¹, Т. Я. Прудеус²**

¹Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с.
Оброшине, Львівський р-н,
Львівська обл., 81115

²Інститут біології тварин НААН
вул. Василя Стуса, 38, м. Львів,
79034

Про авторів:

Ярослав КИРИЛІВ,
доктор сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-8497-4176

Наталія ФЕДАК,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0000-0003-1988-8591

Мирон ПЕТРИШИН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Тарас ПРУДЕУС
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-3594-7539

Для листування:

Ярослав КИРИЛІВ
e-mail: kyryliv@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
4 липня 2023 р.
Погоджено до друку:
20 жовтня 2023 р.

Наведено дані щодо застосування фітобіотичного препарату Активіо, створеного на основі екстрактів ефірних олій перцю чилі, кориці та орегано, використання яких поряд із молозивом, сприяє формуванню власного імунітету та інтенсивному заселенню шлунково-кишкового тракту корисною мікрофлорою. Досліджено, що інтенсивному росту телят сприяло згодовування препарату Активіо в дозах 70 та 100 г/т стартерного комбікорму. Зокрема, телята дослідної групи, які отримували з комбікормом суміш екстракту ефірних олій у всі вікові періоди мали вищі прирости живої маси на 4,46–10,22 % порівняно із телятами контрольної. В середньому за весь період досліду (з 30- до 270-добового віку) ця перевага склала 8,97 %. Підвищення приростів живої маси було пов'язано з інтенсифікацією обмінних процесів. Встановлено, що вміст загальних протеїнів у сироватці крові телят дослідної групи був вищий на 8,00–9,81 % щодо контролю. Поряд із цим відзначено підвищення рівня імуноглобулінів з 1,31 до 33,12 г/л, тобто у 25 разів, тоді як у контрольній групі – у 18 разів. Досліджено, що протягом перших 30 днів відбувається інтенсивний розвиток рубцевого травлення шляхом підвищення вмісту бактерій та інфузорій. Однак, порівняно з контролем, їх кількість у дослідній групі була вища відповідно на 16,20 та 10,73 %. З віком відзначено зростання рівня загального та білкового протеїну у вмісті рубця телят обох груп. У дослідній групі це підвищення щодо контролю склало відповідно 10,29 та 9,38 %. Дослідження ферментативної активності мікроорганізмів рубця вказує на підвищення амілолітичної, протеолітичної та целюлозолітичної активності у телят дослідної групи у 30-добовому віці відповідно на 31,8; 17,3 та 17,3 % порівняно із контрольними аналогами.

Ключові слова: телята, комбікорми, фітобіотики, рубцевий метаболізм, жива маса, ріст і розвиток, імуноглобуліни, резистентність.

Use of phytobiotics in calf feeding and their influence on the formation of rumen digestion and resistance

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

²Institute of Animal Biology of NAAS
St. Vasyl Stus, 38, Lviv, 79034

About authors:

Yaroslav Kyryliv
ORCID: 0000-0001-8497-4176

Nataliia Fedak
ORCID: 0000-0003-1988-8591

Myron Petryshyn
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Taras Prudeus
ORCID: 0000-0003-3594-7539

For corresponding:

Yaroslav Kyryliv
e-mail: kyryliv@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

July 4, 2023

Accepted:

October 20, 2023

The data are given on the use of the phytobiotic additive Activio, created on the basis of extracts of essential oils of chili pepper, cinnamon and oregano, the use of which with colostrum, contributes to the formation of own immunity and the intensive population of the gastrointestinal tract with useful microflora. It was investigated that the intensive growth of calves was facilitated by feeding the Activio in the amount of 70 and 100 g/t of starter compound feed. In particular, the calves of the experimental group, which received a mixture of essential oil extracts with compound feed in all age periods, had higher live weight gains by 4.46–10.22 % compared to the calves of the control group. On average, over the entire period of the experiment (from 30 to 270 days of age), this advantage amounted to 8.97 %. The increase in live weight gain was associated with the intensification of metabolic processes. It was established that the content of total proteins in the blood serum of calves of the experimental group was higher by 8.00–9.81 % compared to the control. Along with this, an increase in the level of immunoglobulins was noted from 1.31 to 33.12 g/l, i.e. a 25-fold increase, while in the control group – 18-fold increase. It has been studied that during the first 30 days observed an intensive development of cicatricial digestion due to an increase in the content of bacteria and ciliates. However, compared to the control, their number in the experimental group was higher by 16.20 and 10.73 %, respectively. An increase in the level of total and protein protein in the rumen content of calves of both groups was noted with age. In the experimental group, this increase compared to the control amounted to 10.29 and 9.38 %, respectively. Research on the enzymatic activity of rumen microorganisms indicates an increase in amylolytic, proteolytic, and cellulolytic activity in calves of the experimental group at 30 days of age, respectively, by 31.8; 17.3 and 17.3 % compared to control analogues.

Keywords: calves, compound feed, phytobiotics, ruminal metabolism, live weight, growth and development, immunoglobulins, resistance.

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

Вступ. Надміру часте застосування антибіотиків призвело до виникнення бактерій, грибків і вірусів, стійких до ліків. Щоб успішніше боротися з патогенними мікробами потрібно розробляти більш ефективні антимікробні препарати з новими механізмами дії [1, 4, 6, 7].

Згідно зі ст. 14 Закону України “Про ветеринарну медицину” забороняється застосовувати з метою пришвидшення росту і підвищення продуктивності тварин біологічні стимулятори, антибіотики, гормональні та інші препарати, їх

дозволяється використовувати виключно з лікувальною метою.

Природні рослинні сполуки спричиняють повільний біологічний ефект, який не супроводжується різкими змінами гомеостазу та побічними явищами, характерними для більшості фармакологічних препаратів. Заслугує на увагу також їх низька токсичність, високий вміст біологічно активних речовин та широкий спектр дії природних рослинних чинників. Зокрема, вони володіють антимікробними, антиоксидантними, антистресовими властивостями й

позитивно впливають на мікрофлору кишківника. Вочевидь, це ті основні механізми, якими фітопрепарати проявляють позитивний вплив на ріст, розвиток та здоров'я тварин і птиці [20, 23, 25].

Біологічна активність фітопрепаратів рослинного походження тісно пов'язана з їхнім хімічним складом. Фітопрепарати – це складна суміш багатьох біологічно активних компонентів. Кожна складова фітотіотичного препарату має відповідну дію [9, 13, 26, 31].

Є повідомлення про те, що ефірні олії, отримані з ароматичних лікарських рослин активні проти грампозитивних і грамнегативних бактерій, а також проти дріжджів, грибків і вірусів [15, 19, 22, 31]. Ці олії являють собою суміш різних ліпофільних і летких речовин (монотерпенів, сесквітерпенів і фенілпропаноїдів). Серед них екстракти ефірних олій м'яти перцевої, чебрецю, орегано, розмарину, кориці, перцю чилі, амаранту тощо [14].

Дослідженнями встановлено позитивний вплив згодовування свиням у складі комбікорму екстракту орегано (*corvacrol*) на процеси бродіння з утворенням летких жирних кислот (ЛЖК) за визначено їх співвідношення між собою [21, 34]. Екстракт орегано сприяє активації синтезу масляної кислоти, що призводить до пригнічення патогенної мікрофлори й стимуляції розвитку лактобактерій. Внаслідок цього, корвакрол, який міститься в олії орегано, можна розглядати як типовий природний стабілізатор зростання кількості лактобактерій та фактор пригнічення розвитку патогенної мікрофлори в передшлунках. Корвакрол проявляє сильні антибактеріальні й антигрибкові властивості, завдяки яким може бути добрим антисептиком, вбиваючи паразитів, що викликають порушення функції кишківника [35, 36].

Одним із найефективніших серед фітотіотиків є екстракт мексиканського перцю (*capsaicin*), який стимулює виробництво власних ферментів організму

тварин і діє спрямовано, підвищуючи активність і продукування найважливіших травних ферментів підшлункової залози та дванадцятипалої кишки. Цей екстракт починає проявляти свою активність ще в ротовій порожнині тварини, істотно посилюючи слиновиділення, тобто він діє як природний стимулятор ферментативної активності шлунково-кишкового тракту [32].

Ефірна олія кориці сприяє нормалізації травлення шляхом балансування кишкової мікрофлори та її стабілізації [33].

Використання ефірних олій чебрецю (*Thymus vulgaris*), материнки (*Origanum vulgare*) та розмарину (*Rosmarinus officinalis*) в годівлі привернуло до себе увагу як потенційних заміників антибіотиків, що стимулюють ріст курчат-бройлерів з точки зору продуктивності, підвищення імунітету та поліпшення якісних показників отриманого м'яса [28]. Через відмінності в складі та походженні сировини, ефективність від їх застосування може істотно відрізнятись. Попри це, позитивний вплив ефірних олій як природних стимуляторів росту у годівлі бройлерів показано багатьма авторами [29, 30].

Механізми дії препаратів, виготовлених на основі ефірних олій, на процеси метаболізму досі чітко не описані, оскільки інформації про ефективність їх впливу на засвоюваність поживних речовин, роботу кишківника чи імунної системи тварин небагато, проте показано, що додавання ефірних олій до складу кормів інгібує ріст патогенної мікрофлори у кишково-шлунковому тракті [28, 29].

Біологічно активні компоненти ефірних олій стимулюють активність корисних бактерій, сприяючи таким чином збалансованості мікрофлори, тобто є ефективною передумовою для захисту від патогенних мікроорганізмів [34]. Збільшення кількості корисних бактерій не тільки зменшує кількість доступних субстратів для патогенів, але й стабілізує рН кишківника, забезпечуючи оптимальну

активність ферментів підшлункової залози, що надалі призводить до поліпшення засвоюваності поживних речовин і, відповідно, поліпшення продуктивних характеристик [2, 3, 10].

Ефірні олії активні проти *Helicobacter pylori*, грампозитивної бактерії, яка заселяє поверхню епітелію слизової оболонки шлунку [27, 28, 30]. Вони об'єднують у собі ефекти антибіотиків і пробіотиків. Виходячи із цього, можна вважати, що їх застосування може знизити захворювання телят діареєю [18, 24, 27].

Механізм дії ефірних олій полягає у зміні проникності клітинних мембран, внаслідок чого порушуються процеси іонного транспорту, таким чином проявляючи дію антибіотиків пеніцилінового типу [30]. Ці факти мають особливе значення при вирощуванні телят, адже відомо, що вони народжуються стерильними.

Метою наших досліджень було вивчення ефективності застосування фітобіотиків у вигляді суміші різних екстрактів ефірних олій кориці, розмарину,

перцю чилі, орегано та інших складників, які входять у склад розробленого нами фітобіотичного препарату Активіо на окремі ланки обміну речовин, захисні функції та продуктивні показники організму телят.

Матеріали і методи. Ми розробили технічні умови на препарат Активіо та отримано патенти України [11, 12, 16].

У попередніх пошукових експериментах ми вивчали різні дози препарату Активіо, зокрема 70, 100 та 200 г/т стартерного комбікорму і встановили, що в перший період вирощування оптимальною виявилася доза 70 г/т стартерного комбікорму, а в другий ефективнішою була доза 100 г/т.

Для проведення дослідів методом пар-аналогів було сформовано дві групи телят, які у підготовчий період отримували однаковий за складом раціон. У основний період контрольну групу утримували на такому ж раціоні, а телицям дослідної до складу стартерного комбікорму включали 70 г/т фітобіотичного препарату Активіо (табл. 1).

1. Схема досліджень

Група	Кількість голів	Характер годівлі
Контрольна	11	Основний раціон – стартерний комбікорм
Дослідна	11	Основний раціон + 70–100 г «Активіо» на 1 тонну стартерного комбікорму

З метою вивчення впливу згодовування фітобіотичного препарату Активіо на обмін речовин від 5 тварин з кожної групи в основний період відбирали кров з яремної вени для фізіолого-біохімічних досліджень.

У зразках крові, отриманих через дві години після годівлі визначали загальний вміст імуноглобулінів – експрес-методом [8], загальний білок у сироватці крові – рефрактометрично.

У вмісті рубця, отриманому за допомогою ротостравохідного зонду, визначали загальний і залишковий азот – за К'ельдалем, білковий – за різницею між ними, кількість інфузорій – підрахунком у

камері Фукс-Розенталя, кількість амілолітичних, целюлозолітичних і протеолітичних бактерій – посівом на елективні поживні середовища.

Лабораторні дослідження з визначення рубцевого метаболізму, загального азоту, показників імунного статусу, мікрофлори кишківника проводили за домовленістю з лабораторіями інших науково-дослідних установ.

Дослідження проводили згідно з сучасними методологічними підходами та дотриманням відповідних вимог і стандартів, котрі використовуються у вітчизняній та міжнародній практиці,

зокрема відповідали вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025:2006, IDT.

Під час проведення досліджень всі тварини були клінічно здорові. Біометричну обробку отриманого цифрового матеріалу проводили методом варіаційної статистики, враховуючи критерій Стьюдента. Для оцінки вірогідності отриманих результатів – середніх арифметичних величин (M), похибки ($\pm m$) та вірогідності різниць між досліджуваними величинами (P) використовували стандартну комп'ютерну математично-статистичну програму Microsoft Excel. Зміни вважали вірогідними за $P < 0,05$.

Результати та обговорення. Відомо, що телята народжуються стерильними. Антитіла, що захищають їх від захворювань у постнатальний період вони можуть отримати тільки в першу добу життя. Секрет, який виділяється з вим'я в перші 7–

10 діб, дуже відрізняється від «зрілого» молока, яке вживає людина. У перші дні корова виробляє більш густу субстанцію жовтого кольору, яка називається молозивом. Вона містить дуже багато білка та імуноглобуліну, але в ній майже нема жиру і вуглеводів. Це основна причина, чому теля має смоктати молоко матері протягом перших 6 годин. І чим раніше, тим краще. Вже через 4 години теля отримає на 25 % антитіл менше, ніж відразу після народження. Захист від інфекцій теляті забезпечують імуноглобуліни молозива матері. Потрапляючи в шлунок, вони без змін проникають в кров. Відбувається це протягом перших 1–1,5 доби життя. Формування захисної системи залежить від кислотно-лужного стану (КЛС) крові телят [2, 5].

З метою контролю формування імунітету визначали вміст загального білка у сироватці крові (табл. 2).

2. Вміст загального білка сироватці крові телят ($M \pm m$, $n=5$), г %

Вік, діб	Група	
	контрольна	дослідна
Новонароджені	6,08±0,48	5,92±0,67
15	6,12±0,77	6,61±0,81
30	6,22±0,71	6,83±0,44
60	6,30±0,96	6,71±0,48
90	6,38±0,91	6,93±0,47
150	7,21±0,87	7,89±0,59
240	6,95±0,62	7,51±0,61

З даних таблиці видно, що у новонароджених телят рівень загального білка в обох групах був практично однаковий. У 15-добовому віці відзначено суттєву (8,0 %) різницю на користь дослідної групи, яка отримувала зі стартерним комбікормом фітобіотичний препарат Активіо в кількості 70 г/т комбікорму.

Підвищення рівня загального білка в сироватці крові телят дослідної групи спостерігали і в наступні вікові періоди, зокрема в 30-, 60-, 90-, 150- і 240-добовому віці відповідно на 9,81; 6,51, 8,62, 9,43 та 8,05 %. Загальний вміст білка тісно пов'язаний із рівнем Ig G. Вважається що, _____

якщо телята отримували достатньо високоякісного молозива, то загальний вміст протеїну в сироватці буде в межах 5,42 % і більше, коли ж він буде в діапазоні 5,0–5,4 %, то виникає певний ризик захворювання. Якщо ж вміст загального білка нижче 5,02 %, то для тварин існує високий ризик захворювання і летальності [3].

Згідно наших даних, всі телята мали достатньо високий рівень загального білка, проте у дослідній групі ця різниця в середньому була вища на 8,48 %, однак без статистично вірогідної різниці.

Відомо, що новонароджені телята _____ впродовж перших двох діб життя повинні _____

отримати в достатній кількості імуноглобулінів з молозивом. Виділяють два критичних періоди у процесі формування резистентного стану організму новонароджених: перший – відразу після народження телят, другий – при зміні типу харчування. В обох випадках важливу роль у формуванні імунітету відіграє кислотно-лужний стан організму.

Імуноглобуліни є специфічними білками, які володіють фізико-хімічними

властивостями білкових молекул і формують специфічний гуморальний імунітет у тварин. У сироватці крові новонароджених телят до випоювання молозива міститься дуже низька кількість імуноглобулінів, а у 2-добових, після випоювання молозива, вона суттєво збільшується, інколи у 10–15 разів [7]. У табл. 3 наведено результати визначення загальної кількості імуноглобулінів у сироватці крові телят.

3. Вміст імуноглобулінів у сироватці крові телят ($M \pm m$, $n=5$), г/л

Вік, діб	Група	
	контрольна	дослідна
Новонароджені	1,31±0,09	1,56±0,11
7	17,26±1,25	18,52±1,12
15	24,07±1,95**	21,31±2,11
30	33,12±2,91**	28,25±3,09

Примітка: ** $P < 0,01$.

Відзначено, що загальна кількість імуноглобулінів з віком суттєво підвищується. Зокрема, у 7-добових телят їх уміст зростає у 11,87–13,17 разів щодо новонароджених, а у 30-добових – уже у 18,11–25,28 разів. Слід зазначити, що у

дослідній групі це підвищення було суттєвіше порівняно з контролем, а саме: у 15-добових – на 12,95 %, а 30-добових – на 17,23 %. Високий рівень імунітету сприяв кращому росту і розвитку телят (табл. 4).

4. Динаміка живої маси телят ($M \pm m$, $n=11$), кг

Вік, діб	Група	
	контрольна	дослідна
Новонароджені	18,66±1,63	18,45±1,80
30	29,29±0,95	31,13±1,45*
60	45,73±2,11	49,56±2,34**
90	68,80±3,11	73,13±2,95**
120	93,12±4,23	97,28±3,67
150	120,31±4,21	129,65±5,39*
180	147,14±7,21	158,23±8,21*
210	175,90±8,20	187,52±9,20*
240	198,95±11,21	219,28±9,85**
270	225,57±10,25	245,81±12,23*

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

З даних таблиці видно, що телята обох груп добре росли й розвивалися. Проте дослідні тварини мали дещо вищі прирости, порівняно із ровесниками контрольної групи, зокрема у 30 діб – на 6,28 %, у 60 – на 8,37, у 90 – на 6,29, у 120 – на 4,46, у 150 – на 7,76, у 180 – на 7,54, у 210 – на 6,61, у 240 – на 10,22 й у 270 діб – на 8,97 %. Найвищу різницю за приростами відзначено в період з 210 до 240-добового віку. В середньому за весь період досліджу жива маса телят дослідної групи була вища на 8,97 %.

Отже, згодовування стартерного комбікорму з умістом препарату Активіо сприяло інтенсивному формуванню імунітету, про що свідчить вищий вміст загальних білків у сироватці крові, а також більші прирости маси тіла.

Процеси ферментації в рубці відбуваються завдяки метаболізму бактерій, грибків та простіших. Їх метаболізм пов'язаний таким чином, що

кінцевий продукт або його проміжні результати є поживною речовиною для іншого. Так відбувається процес рубцевого бродіння, необхідного для травлення жуйних тварин [4, 5].

З метою контролю за кількістю та якісним складом мікрофлори рубця телят, ми визначали кількість бактерій та інфузорій у 7, 15 та 30-добовому віці (табл. 5).

5. Кількісний та якісний склад мікрофлори рубця телят ($M \pm m$, $n=5$)

Вік, діб	Група	
	контрольна	дослідна
	Бактерії, млрд./мл	
7	8,12±0,43	7,93±0,29
15	15,26±0,82	16,21±0,71*
30	18,27±0,91	21,23±0,87***
	Інфузорії, тис./мл	
7	712,23±8,23	675,31±11,21**
15	815,21±11,26	811,23±7,23
30	897,39±9,27	923,71±10,72**

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Чисельність бактерій та інфузорій з віком збільшувалася як у контрольній, так і в дослідній групах. Проте на 30 добу їх кількість у дослідній була вища відповідно на 16,20 та 10,73 %.

З метою дослідження ферментативних властивостей мікроорганізмів у вмісті рубця визначали вміст загального, залишкового та білкового нітрогену та зміни співвідношень їх фракцій (табл. 6).

6. Вміст загального, залишкового та білкового азоту у вмісті рубця телят ($M \pm m$, $n=5$), мг %

Вік, діб	Група	
	контрольна	дослідна
	загальний азот	
7	142,31±3,25	139,81±2,98
15	155,21±4,11	151,89±4,17**
30	169,83±5,11	187,32±6,10**
	білковий азот	
7	99,85±2,98	101,25±3,27
15	121,33±4,25	119,27±4,77
30	123,62±5,21	135,21±3,29*
	залишковий азот	
7	39,25±2,21	41,26±3,11
15	33,17±2,43	35,15±2,65
30	40,25±1,99	40,12±3,43

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

За додаткового згодовування у складі стартерного комбікорму фітобіотичного препарату Активіо вміст загального азоту збільшився на 10,69 %, а білкового – на 9,38 %. Рівень залишкового азоту був практично однаковим в обидвох групах.

Азотовмісні речовини у рубці жуйних складаються із нерозщепленого протеїну корму, проміжного та кінцевого продуктів азотистого обміну (пептидів, амінокислот та аміаку). Одна частина сирого протеїну, який руйнується в рубці, забезпечує його мікрофлору азотом і аміаком. Друга частина є джерелом амінокислот, необхідних тварині і яких вона не може отримати з білків мікроорганізмів [17]. Тому телятам додатково потрібні амінокислоти, які поступають за рахунок ефективнішого розщеплення протеїну корму, в нашому випадку – шляхом посилення активності ферментативних процесів за впливу фітопрепарату Активіо, котрий проявляє таку дію. Збільшення концентрації білкового азоту у дослідній

групі позитивно вплинуло на зростання рівня загального азоту в рубці.

Мікроорганізми рубця телят характеризуються низькою протеолітичною активністю, яка з віком зростає з 1,5 до 7-місячного віку втричі. За їх участі розщеплюється від 60 до 90 % від загальної кількості наявного в кормах протеїну.

Протеолітична активність мікроорганізмів у жуйних залежить від різних факторів, зокрема від рівня і джерела протеїну в раціоні та тривалості перебування корму в рубці. Вона підвищується при тривалому згодовуванні корму тваринам, у цьому випадку мікроорганізми значною мірою адаптуються до наявного протеїну і його розщеплення проходить більш інтенсивно. Визначення рН вмісту рубця вказує на незначну різницю між контрольною і дослідною групами.

Активність мікроорганізмів рубця змінюється не тільки з віком, але і за впливу фітобіотичного препарату (табл. 7).

7. Активність мікроорганізмів рубця ($M \pm m$, $n=5$)

Показники	Група	
	контрольна	дослідна
	7 діб	
Амілолітична активність, умовн. од.	0,15±0,06	0,13±0,03
Протеолітична активність, прот. од.	0,77±0,10	0,83±0,12
Целюлозолітична активність, %	2,56±0,31	2,45±0,40
	15 діб	
Амілолітична активність, умовн. од.	0,27±0,09	0,35±0,07
Протеолітична активність, прот. од.	1,45±0,11	1,73±0,12**
Целюлозолітична активність, %	5,29±0,31	6,73±0,27***
	30 діб	
Амілолітична активність, умовн. од.	0,44±0,08	0,58±0,09*
Протеолітична активність, прот. од.	5,26±0,27	6,17±0,30***
Целюлозолітична активність, %	12,98±1,23	15,23±1,11**

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Амілолітична активність у 7-добових телят була невисокою, однак на 15 добу цей показник у контрольній групі уже був вищий у два, а на 30-у – в три рази. Приблизно так зростала протеолітична і целюлозолітична активність.

У дослідній групі амілолітична активність мікроорганізмів у 15- та 30-добових телят зросла відповідно на 29,62 та 31,82 %, протеолітична – на 19,31 та 17,30 % і целюлозолітична – на 27,22 та 17,33 %.

Отже, фітобіотичний препарат Активіо сприяв швидшому становленню

рубцевого метаболізму за рахунок підвищення активності мікрофлори рубця.

Згодовування фітобіотичної добавки в складі стартерного комбікорму для телят сприяло інтенсивному формуванню їхньої імунної системи внаслідок кращого розвитку травного тракту, внаслідок чого підвищилася ефективність розщеплення поживних та біологічно активних речовин корму і зросли прирости маси тіла.

Висновки. Ефективність згодовування фітобіотичної добавки, виготовленої на основі екстрактів ефірних олій перцю чилі, кориці та орегано, в складі стартерного комбікорму для телят підтверджено підвищенням

середньодобових приростів живої маси на 8,97 %. Відзначено зростання вмісту загального білка в сироватці крові телят на 8,05 % і синтезу імуноглобулінів на 17,24 %.

Згодовування стартерного комбікорму з препаратом Активіо поліпшило кількісний та якісний склад мікрофлори рубця, зокрема збільшилася кількість бактерій та інфузорій, відповідно на 16,2 % та 6,93%. У 30-добових телят за впливу фітобіотичної добавки підвищилася амілолітична, протеолітична та целюлозолітична активність мікрофлори рубця відповідно на 31,82; 17,30 та 17,33 %.

Список використаної літератури

1. Бомко В. С., Сиваченко Є. В., Сметаніна О. В. Корми і кормові добавки та ефективність їх використання в годівлі тварин : навч. посібник. Біла Церква, 2023. 225 с.
2. Возна О. Е., Заяць О. І., Винниченко А. П. Метаболічні процеси в рубці та продуктивний ефект у телят за дії йонофору. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2016. Т. 18. № 2 (67). С. 39–43.
3. Грищенко В. А. Закономірності формування колострального імунітету в телят, прогнозування імунодефіциту. *Біоресурси і природокористування. Ветеринарія*. 2015. Т. 6. № 3–4. С. 67–71.
4. Гунчак А. В., Гунчак В. М., Ратич І. Б. Біологічний ефект рослинних екстрактів в організмі птиці. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17(3). С. 19–31.
5. Кирилів Б. Я., Гунчак А. В., Сірко Я. М. Продуктивність та якість продукції перепелівництва за впливу біологічно активних добавок. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 74. С. 229–234.
6. Косенко Ю. М., Остапів Н. В., Зарума Л. Є. Основні принципи раціонального використання протимікробних препаратів у ветеринарній медицині. *НТБ ІБТ і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. 2015. Вип. 16. № 1. С. 236–240.
7. Коцюмбас І. Я., Гунчак В. М., Стецько Т. І. Проблеми використання антимікробних препаратів для стимулювання росту продуктивних тварин та альтернативи їх застосуванню. *НТБ ІБТ і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. 2013. Вип. 14. № 3–4. С. 381–389.
8. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізла і ін. ; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.
9. Палапа Н. В., Пронь Н. Б., Устименко О. В. Особливості використання лікарських рослин у тваринництві. *Збалансоване природокористування*.

References

1. Bomko V. S., Syvachenko YE. V., Smetanina O. V. Fodder and feed additives and the effectiveness of their use in animal feeding: study manual. Bila Tserkva, 2023. 225.
2. Vozna O. E., Zayats O. I., Vynnychenko A. P. Metabolic processes in the rumen and productive effect in calves under the action of ionophore. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhyts'koho*. 2016. Vol. 18. No 2 (67), pp. 39.
3. Gryshchenko V. A. Patterns of formation of colostrum immunity in calves, prediction of immunodeficiency. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia. Veterynariia*. 2015. Vol. 6. No 3–4. P. 67–71.
4. Hunchak A., Hunchak V., Ratych I. Biological effects of plants extracts in the poultry. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhyts'koho*. 2015. 17 (3). 19–31.
5. Kyryliv B. Ya., Hunchak A. V., Sirko Ya. M. Productivity and quality of quail production under the influence of biologically active additives. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhyts'koho*. 2017. Vol. 19. No 74. P. 229–234.
6. Kosenko Yu. M., Ostapiv N. V., Zaruma L. Ye. Basic principles of rational use of antimicrobial drugs in veterinary medicine. *NTB IBT i DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok*. 2015. Issue 16. No 1. P. 236–240.
7. Kotsiumbas I. Ya., Hunchak V. M., Stets'ko T. I. Problems of using antimicrobial drugs to stimulate the growth of productive animals and alternatives to their use. *NTB IBT i DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok*. 2013. Issue 14. No 3–4. P. 381–389.
8. Laboratory methods of research in biology, animal sciences and veterinary medicine / V. V. Vlizlo et al. ; za red. V. V. Vlizlo. Lviv, 2012. 759 p.
9. Palapa N. V., Pron N. B., Ustymenko O. V. Peculiarities of the use of medicinal plants in animal

2016. № 2. С. 47–51.

10. Панікар І. І. Гуморальний імунітет поросят неонатального періоду і вплив на нього молозива і молока. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2014. Т. 16. № 3 (60), ч. 2. С. 231–241.

11. Спосіб стимулювання росту та підвищення якості продукції курчат-бройлерів: пат. 113578 Україна : А23К 10/30, А23К 50/70 / Т. Я. Прудіус, Я. І. Кирилів. № у 2016 06465 ; заявл. 13.06.2016 ; опубл. 10.02.2017, Бюл. № 3.

12. Спосіб підвищення продуктивності та покращення якості яєць гусей: пат. 118380 Україна : А23К 50/70, А23К 10/30 / Т. Я. Прудіус, Я. І. Кирилів. № у 2017 00066 ; заявл. 03.01.2017 ; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15.

13. Середя А. В., Глущенко Л. А., Гришук А. В. Перспективи використання лікарських рослин і фітопрепаратів у тваринництві. *Ветеринарна медицина України*. 2012. № 11. С. 40–41.

14. Склярів О. Я., Косий Є. Р., Склярів В. О. Зміни іонного балансу в органах травної системи при стресі і при застосуванні олії з амаранту. *Експериментальна та клінічна фізіологія та біохімія*. 1997. Т. 2. С. 30–37.

15. Томчук В. А. Ентеросорбенти, їх властивості та застосування. *Біологія тварин*. 2014. Т. 16, № 1. С. 148–159.

16. ТУ У 10.9 – 00492990– 014:2016. Біологічно активна добавка “АКТИВІО”. Львів, 2016. 20 с.

17. Adewole D. I., Kim I. H., Nyachoti C. M. Gut health of pigs: challenge models and response criteria with a critical analysis of the effectiveness of selected feed additives. *Asian-Australia J. Anim. Sci.* 2016. 29. 909–924.

18. Adhikari P. A., Kim W. K. Overview of prebiotics and Probiotics: focus on performance, gut health and immunity – a review. *Annals of Animal Science*. 2017. 17(4), 949–966. DOI: 10.1515/aoas-2016-0092.

19. Ahmed S. T., Hoon J., Mun H. Evaluation of *Lactobacillus* and *Bacillus* – based probiotics as alternatives to antibiotics in enteric microbial challenged weaned piglets *African J. of Microbiology Research*. 2014. 8 (1). 96–104.

20. Burt S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 2004. 94. 223–253.

21. Daouk R., Dagher S., Sattout E. Antifungal activity of the essential of *Origanum syriacum* L. *J. of Food Protection*. 1995. 58. 1147–1149.

22. Dietary use of *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris* as anticoccidial alternatives in poultry / R. A. Lahlou et al. 2021. *Animal Feed Science and Technology*. 273. doi:10.1016/j.anifeeds.2021.114826.

23. Fohuse J. M., Zijlstra R. T., Willing B. P. The role of gut microbiota in the health and disease of pigs. *Animal Frontiers*. 2016. 6. 3. 30–36.

24. Gonzalez L.M., Moeser A. J., Blikslager A. T. Porcine models of digestive disease: the future of large animal translational research. *Translational Research*. 2015. 166 (1). P. 12–27.

husbandry. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*. 2016. No 2. P. 47–51.

10. Panikar I. I. Humoral immunity of piglets in the neonatal period and the effect of colostrum and milk on it. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhyts'koho*. 2014. Vol. 16. No 3 (60), part 2. P. 231–241.

11. The method of stimulating the growth and improving the quality of broiler chicken products: pat. 113578 Ukraine : A23K 10/30, A23K 50/70 / T. YA. Prudyus, YA. I. Kyryliv. № u 2016 06465 ; zaiavl. 13.06.2016 ; opubl. 10.02.2017, Biul. № 3.

12. The method of increasing productivity and improving the quality of goose eggs: pat. 118380 Ukraine : A23K 50/70, A23K 10/30 / T. YA. Prudyus, YA. I. Kyryliv. № u 2017 00066 ; zaiavl. 03.01.2017 ; opubl. 10.08.2017, Byul. № 15.

13. Sereda A. V., Hlushchenko L. A., Hryshchuk A. V. Prospects for the use of medicinal plants and phytopreparations in animal husbandry. *Veterynarna medytsyna Ukrayiny*. 2012. No 11. P. 40–41

14. Skliarov O.Ya., Kosyi E.R., Skliarova V.O. Changes in the ion balance in organs of the digestive system under stress and when using amaranth oil. *Ekspyrymental'na ta klinichna fiziolohiya ta biokhimiya*. 1997. Vol. 2. P. 30–37.

15. Tomchuk V. A. Enterosorbents, their properties and applications. *Biolohiia tvaryn*. 2014. Vol. 16. No 1. P. 148–159.

16. TU U 10.9–00492990–014:2016. Biologically active supplement "AKTIVIO". L'viv, 2016. 20.

17. Adewole D. I., Kim I. H., Nyachoti C. M. Gut health of pigs: challenge models and response criteria with a critical analysis of the effectiveness of selected feed additives. *Asian-Australia J. Anim. Sci.* 2016. 29. 909–924.

18. Adhikari P. A., Kim W. K. Overview of prebiotics and Probiotics: focus on performance, gut health and immunity – a review. *Annals of Animal Science*. 2017. 17(4), 949–966. DOI: 10.1515/aoas-2016-0092.

19. Ahmed S. T., Hoon J., Mun H. Evaluation of *Lactobacillus* and *Bacillus* – based probiotics as alternatives to antibiotics in enteric microbial challenged weaned piglets *African J. of Microbiology Research*. 2014. 8 (1). 96–104.

20. Burt S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 2004. 94. 223–253.

21. Daouk R., Dagher S., Sattout E. Antifungal activity of the essential of *Origanum syriacum* L. *J. of Food Protection*. 1995. 58. 1147–1149.

22. Dietary use of *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris* as anticoccidial alternatives in poultry / R. A. Lahlou et al. 2021. *Animal Feed Science and Technology*. 273. doi:10.1016/j.anifeeds.2021.114826.

23. Fohuse J. M., Zijlstra R. T., Willing B. P. The role of gut microbiota in the health and disease of pigs. *Animal Frontiers*. 2016. 6. 3. 30–36.

25. Growth Performance, Digestive Efficiency, and Meat Quality of Two Commercial Crossbred Rabbits Fed Diets Differing in Energy and Protein Levels / Birolo M. et al. *Animals*. 2022. 12(18). 2427. doi.org/10.3390/ani12182427.
26. Hammer, K.A., Carson, C.F. and Riley, T.V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. Appl. Microbiol.* 1999. 86. 985–990.
27. Influence of preparations of “Activo” and “Propoul” on composition of caecums microflora in Pharaon breed quails and their productivity / O. M. Stefanyshyn et al. 2017. *Animal Biology*, 19 (3), 107–114. http://doi.org/10.15407/animbio19.03.107.
28. Jakubowska M., Karamucki T. The effect of feed supplementation with *Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris*, and *Rosmarinus officinalis* on the quality of quail meat. 2021. *Anim. Sci. Papers & Reports*. 39(4). 393–405.
29. Lahlou, R. A., Bounechada, M., Mohammedi, A., Silva, L. R., & Alves, G. (2021). Dietary use of *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris* as anticoccidial alternatives in poultry, *Animal Feed Science and Technology*, 273. doi:10.1016/j.anifeedsci.2021.114826.
30. Oussalah M., Caillet S., Saucier L. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli O157:H7*, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Contr.* 2007. 18. 414–420.
31. Pastured organic rabbit farming: growth of rabbits under different herbage allowance and quality / Legendre, H. Et al. *Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP)*. 2018. Dubrovnik, Croatia, 69, 705. (hal-02736060).
32. Poole K. Mechanisms of bacterial biocide and antibiotic resistance. *J. Appl. Microbiol.* 2002. 92. 55–64.
33. Prabuseenivasan S., Jayakumar M. Ignacimuthu S. In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. *BMC Complement Altern. Med.* 2006. 6.
34. Puvača N., Tufarelli V., Giannenas I. Essential Oils in Broiler Chicken Production, Immunity and Meat Quality : Review of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare* and *Rosmarinus officinalis*. 2022. *Agriculture*. 12 (6). 874. http://dx.doi.org/10.3390/agriculture12060874.
35. Skandamis P., Tsigarida E., Nychas G. Ecophysiological attributes of *Salmonella typhimurium* in liquid culture and within gelatin gel with or without the addition of oregano essential oil. *World J. of Microbiology and Biotechnology*. 2000. 16. 31–35.
35. Sung Y., Kim W. Intestinal challenge with enterotoxigenic *Escherichia coli* in pigs, and nutritional intervention to prevent postweaning diarrhea. *Animal Nutrition*. 2017. Vol. 3 (4). P. 322–330.
24. Gonzalez L.M., Moeser A. J., Blikslager A. T. Porcine models of digestive disease: the future of large animal translational research. *Translational Research*. 2015. 166 (1). P. 12–27.
25. Growth Performance, Digestive Efficiency, and Meat Quality of Two Commercial Crossbred Rabbits Fed Diets Differing in Energy and Protein Levels / Birolo M. et al. *Animals*. 2022. 12(18). 2427. doi.org/10.3390/ani12182427.
26. Hammer, K.A., Carson, C.F. and Riley, T. V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. Appl. Microbiol.* 1999. 86. 985–990.
27. Influence of preparations of “Activo” and “Propoul” on composition of caecums microflora in Pharaon breed quails and their productivity / O. M. Stefanyshyn et al. 2017. *Animal Biology*, 19 (3), 107–114. http://doi.org/10.15407/animbio19.03.107 .
28. Jakubowska M., Karamucki T. The effect of feed supplementation with *Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris*, and *Rosmarinus officinalis* on the quality of quail meat. 2021. *Anim. Sci. Papers & Reports*. 39 (4). 393–405.
29. Lahlou, R. A., Bounechada, M., Mohammedi, A., Silva, L. R., & Alves, G. (2021). Dietary use of *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris* as anticoccidial alternatives in poultry, *Animal Feed Science and Technology*, 273. doi:10.1016/j.anifeedsci.2021.114826.
30. Oussalah M., Caillet S., Saucier L. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli O157:H7*, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Contr.* 2007. 18. 414–420.
31. Pastured organic rabbit farming: growth of rabbits under different herbage allowance and quality / Legendre, H. Et al. *Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP)*. 2018. Dubrovnik, Croatia, 69, 705. (hal-02736060).
32. Poole K. Mechanisms of bacterial biocide and antibiotic resistance. *J. Appl. Microbiol.* 2002. 92. 55–64.
33. Prabuseenivasan S., Jayakumar M. Ignacimuthu S. In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. *BMC Complement Altern. Med.* 2006. 6.
34. Puvača N., Tufarelli V., Giannenas I. Essential Oils in Broiler Chicken Production, Immunity and Meat Quality : Review of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare* and *Rosmarinus officinalis*. 2022. *Agriculture*. 12 (6). 874. http://dx.doi.org/10.3390/agriculture12060874.
35. Skandamis P., Tsigarida E., Nychas G. Ecophysiological attributes of *Salmonella typhimurium* in liquid culture and within gelatin gel with or without the addition of oregano essential oil. *World J. of Microbiology and Biotechnology*. 2000. 16. 31–35.
35. Sung Y., Kim W. Intestinal challenge with enterotoxigenic *Escherichia coli* in pigs, and nutritional intervention to prevent postweaning diarrhea. *Animal Nutrition*. 2017. Vol. 3 (4). P. 322–330.

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-14

Оригінальна наукова стаття

УДК: 636.32/38

М'ЯСНА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОДНЯКУ АСКАНІЙСЬКОЇ М'ЯСО-ВОВНОВОЇ ПОРОДИ З КРОСБРЕДНОЮ ВОВНОЮ ТА ПОМІСЕЙ 3/8 КРОВНИХ ЗА ПОРОДОЮ СУФФОЛЬК**М. А. Петришин, Г. М. Седіло, С. О. Вовк**

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

Про авторів:

Мирон ПЕТРИШИН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Григорій СЕДІЛО,
доктор сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-3314-337X

Стах ВОВК,
доктор біологічних наук
ORCID: 0000-0002-1439-5483

Для листування:

Мирон ПЕТРИШИН
e-mail: ma.petryshyn@gmail.com

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
19 липня 2023 р.
Погоджено до друку:
17 жовтня 2023 р.

Мета проведених досліджень – встановити вплив використання методу прилиття крові породи Суффольк за розведення овець асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною на формування м'ясних якостей молодняку. Методи дослідження – загальноприйняті зоотехнічні, статистичні, економічні. Дослідження проведено в ДП «ДГ «Грусятичі», об'єкт дослідження – чистопородні баранчики 2021 р. народження асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною та помісні, отримані від схрещування асканійських кросбредних маток із $\frac{3}{4}$ кровними за породою суффольк баранами. Встановлено, що помісні 3/8 кровні за породою суффольк барани при нагулі на природних пасовищах з підгодівлею концентрованими кормами статистично вірогідно ($P < 0,05$) переважали чистопородних асканійських м'ясо-вовнових з кросбредною вовною за величиною середньодобового та абсолютного приростів відповідно на 9,6 % і 8,9 %, за живою масою після нагулу – на 1,8 %. Помісні барани характеризувалися кращими забійними показниками, ніж чистопородні асканійські кросбреди. Вони мали вищу забійну масу на 1,3 кг, забійний вихід на 2,1 абс. %. Прилиття крові породи суффольк позитивно вплинуло на м'ясні якості баранів – у тушах помісей було на 1,3 кг (8,7 %) більше м'яса, його вихід був на 0,9 абс. % вищий, ніж у чистопородних асканійських кросбредів. Різниця статистично вірогідна, $P < 0,05$. Маса і вихід жиру та сухожилля у тушах порівнюваних груп були практично однаковими, а вихід кісток статистично вірогідно був нижчим у помісних тварин. Коефіцієнт м'ясності, який визначається співвідношенням маси м'яса до маси кісток, був вищим у тушах помісних баранів, різниця статистично вірогідна, $P < 0,05$. Вартість додатково отриманої продукції при реалізації в рік народження помісних 3/8 кровних за породою суффольк баранів у живій масі становить 40,0 грн/гол., при реалізації після забою в тушах – 162,0 грн/гол. Таким чином, прилиття крові породи суффольк за розведення асканійської м'ясо-вовнової породи має позитивний вплив на формування м'ясних якостей молодняку.

Ключові слова: вівці, м'ясні породи, схрещування, нагул, приріст, забійний вихід, коефіцієнт м'ясності.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Петришин М. А., Седіло Г. М., Вовк С. О., 2023

Meat productivity of young Askanian meat-wool breed with crossbred wool and hybrids of 3/8 blood of the Suffolk breed

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

About authors:

MYRON PETRYSHYN
ORCID: 0000-0002-6610-5804

HRYHORII SEDILO
ORCID: 0000-0002-3314-337X

STAKH VOVK
ORCID: 0000-0002-1439-5483

For corresponding:

Myron PETRYSHYN
e-mail: ma.petryshyn@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

July 19, 2023

Accepted:

October 17, 2023

The Goal of the conducted research – to establish the influence of the use of the Suffolk blood infusion method for breeding Askanian meat-wool sheep with crossbred wool on the formation of meat qualities of young animals in the year of birth. Research methods – common zootechnical, statistical, economical. The research was carried out at the State Enterprise “RF Grusiatychi”, the object of the research – purebred lambs of the birth year 2021 of the Askanian meat-wool breed with crossbred wool and crossbreeds, obtained from the crossing of Askanian crossbred ewes with $\frac{3}{4}$ blood of Suffolk rams. It was found that crossbred young rams with 3/8 blood of Suffolk when fattened on natural pastures, fed with concentrated feed, had statistically significantly higher average daily and absolute gains than purebred Askanian meat and wool ($P<0.05$) by 9.6 % and 8.9 %, and live weight after fattening by 1.8 %. Crossbred rams were characterized by better slaughter performance than purebred Askanian. They had a higher slaughter weight of 1.3 kg, and a slaughter yield of 2.1 abs. %. Blood infusion of Suffolk breed had a positive effect on the meat quality of sheep – in the carcasses of crossbreeds was by 1.3 kg more meat, its yield was 0.9 abs. % higher than purebred Askanians. The differences are statistically significant, $P<0.05$. The mass and yield of fat and tendons in the carcasses of the compared groups were practically the same. The mass and yield of fat and tendons in the carcasses of the compared groups were practically the same, bone yield was statistically significantly lower in crossbred animals. According to the value of the meatiness coefficient, which is defined as the ratio of the mass of meat to the mass of bones, it was higher in the carcasses of cross-breed rams, the difference is statistically significant, $P<0.05$. The value of the additional products obtained during the sale in the year of birth of cross-breed 3/8 blood Suffolk rams in live weight is UAH 40.0/head, when sold after slaughter in carcasses UAH 162.0/head. So the use of the gene pool of the Suffolk breed for the breeding of the Askanian meat-wool breed has a positive effect on the formation of meat qualities of young animals.

Keywords: sheeps, meat breeds, crossbreeding, grazing, growth gain, slaughter yield, meatiness ratio.

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

Вступ. Відсутність на вітчизняному ринку високоякісної молоді баранини є однією із визначальних причин низького споживчого попиту на м'ясо овець, що, в свою чергу, поряд із відсутністю можливостей реалізувати вироблену вовну, негативно позначається на стані галузі вівчарства в низинних районах Карпатського регіону [1, 5, 9]. Результати попередніх досліджень переконливо довели, що вівці асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною

можуть успішно виступати поліпшувачами місцевого поголів'я тонкорунних і напівтонкорунних овець. Як чистопородні, так і помісні тварини, відзначалися високою вовною продуктивністю та добрими м'ясними якістьми [3].

Однак в сучасних умовах вівці м'ясо-вовнових порід є менш конкурентоздатними в порівнянні зі спеціалізованими м'ясними породами. Останні відзначаються кращими забійними та м'ясними показниками, що є їх

суттєвою перевагою, не дивлячись на те, що за рівнем вовнової продуктивності вони поступаються м'ясо-вовновим [4]. На даний час в Україні проведено низку наукових досліджень, спрямованих на вивчення ефективності використання європейських спеціалізованих м'ясних порід та середньоазіатських курдючних для збільшення виробництва та покращення якості баранини [2, 5]. Встановлено, що помісні тварини, отримані від використання баранів м'ясних порід, характеризуються вищою інтенсивністю росту та краще вираженими м'ясними формами екстер'єру в порівнянні з ровесниками материнської породи. Крім цього слід відзначити суттєве покращення у помісей від такого схрещування забійних та м'ясних показників, а також якісних показників баранини. В умовах Карпатського регіону позитивні результати отримано при схрещуванні баранів породи суффольк з місцевими прекосами [6].

Оцінка ефективності використання енергії корму ростучим молодняком овець різних генотипів має суттєве значення при виборі конкретних методів розведення для виробництва дешевої молоді баранини. Порівняльний аналіз комерційних схем виробництва молоді баранини у різних країнах свідчить про те, що порода суффольк є однією із найбільш використовуваних як термінальних баранів [25, 26, 27, 29]. У порівнянні з іншими породами використання суффольків дає кращі результати з огляду на інтенсивність росту, конверсію корму, якість туші та м'яса [11, 12, 15]. Потрібно зазначити, що позитивного ефекту досягали при використанні породи суффольк в екстенсивних системах розведення, в тому числі при утриманні на напівпустельних пасовищах. У цих умовах помісний молодняк відзначався високою життєздатністю в підсисний період [13, 18, 21], кращими показниками росту та екстер'єрними формами [19, 20, 23, 28], якісними показниками туші [16, 17, 22].

Відомо, що баранів породи суффольк використовували при створенні чорноголового типу асканійської м'ясо-вовнової породи [7]. Можна передбачити, що використання методу ввідного схрещування овець цієї породи (прилиття крові) з породою суффольк позитивно вплине на покращення м'ясних форм та якісних показників молоді баранини. Мета проведених досліджень – встановити ефективність використання генофонду породи суффольк методом ввідного схрещування для вдосконалення м'ясної продуктивності овець асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною. Результати проведених досліджень стануть підставою для розробки системи заходів, спрямованих на формування генотипів овець, здатних забезпечити підвищення виробництва високоякісної молоді баранини при збереженні цінних господарсько-корисних ознак асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на базі вівцеферми ДП “ДГ “Грусятічі” Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Об'єкт дослідження – чистопородні баранчики 2021 року народження асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною (АК × АК) та їх ровесники, отримані від схрещування чистопородних маток із $\frac{3}{4}$ -кровними за породою суффольк баранами (СФ × АК).

Дослідження здійснювалися шляхом порівняльного аналізу нагульних якостей, забійних та м'ясних показників чистопородного та помісного молодняку в 9-місячному віці.

З метою оцінки здатності овець порівнюваних генотипів до нагулу у віці 6 місяців було відібрано по 5 типових для своєї групи баранів, яких протягом 97 діб випасали на природних пасовищах з підгодівлею концентрованими кормами. Добова норма концентрів у залежності від стану травостою була в межах 0,3–0,6 кг/гол. На початку та після завершення нагулу здійснювали

індивідуальне зважування піддослідних тварин з точністю до 0,1 кг. На підставі результатів зважування обчислювали абсолютний, відносний та середньодобовий прирости за період нагулу.

Після нагулу з метою оцінки м'ясної продуктивності чистопородних та помісних тварин було проведено експериментальний забій по 3 баранів з кожної групи. Забійні якості баранів порівнюваних генотипів оцінювали на підставі таких показників:

- передзабійна жива маса – жива маса піддослідних тварин після добової голодної витримки;
- маса неохолодженої туші;
- маса внутрішнього жиру;
- забійна маса – маса неохолодженої туші + маса внутрішнього жиру;
- вихід туші – співвідношення маси неохолодженої туші до передзабійної живої маси;

– забійний вихід – співвідношення забійної маси до передзабійної.

Морфологічний склад туш вивчали шляхом обвалювання охолоджених туш. Визначали відношення маси м'якоті, жиру, кісток і сухожилів до маси охолодженої туші. Коефіцієнт м'якості вираховували співвідношенням маси м'якоті та кісток.

Економічну ефективність обчислено на підставі порівняння вартості отриманої продукції від чистопородних та помісних овець.

Отримані результати опрацьовано з використанням методів варіаційної статистики та обчисленням критеріїв вірогідності за допомогою електронних таблиць Excel 2007.

Результати та обговорення.

Результати нагулу піддослідних баранів на природних пасовищах зі змішаним злаково-різнотравним травостоєм наведено в таблиці 1.

1. Результати нагулу піддослідних баранів (M±m)

Показники	Група	
	АК × АК	СФ × АК
Кількість тварин, гол.	5	5
Жива маса, кг		
початок	32,6±0,45	32,4±0,34
завершення	43,8±0,22	44,6±0,17*
Приріст		
абсолютний, кг	11,2±0,35	12,2±0,25*
відносний, %	29,4	31,7
середньодобовий, кг	0,115±0,004	0,126±0,003*

Примітка: у цій та наступних таблицях: * – P<0,05.

Аналіз даних таблиці 1 свідчить про те, що помісні барани характеризувалися вищими показниками інтенсивності росту і в кінці нагулу переважали чистопородних ровесників за масою тіла на 0,8 кг, величиною абсолютного та середньодобового приростів відповідно на 8,9 і 9,5 %. Всі перелічені різниці статистично вірогідні (P<0,05). Всі піддослідні тварини в кінці нагулу мали вгодованість вище середньої. Отримані результати є підтвердженням робочої

гіпотези про позитивний вплив породи суффольк на покращення ефективності трансформації поживних речовин пасовищних кормів помісним молодняком.

Після нагулу з метою оцінки м'ясної продуктивності чистопородних та помісних тварин було проведено експериментальний забій по 3 баранів з кожної групи. Результати забою наведено в таблиці 2.

2. Забійні показники піддослідних баранів (M±m)

Показники	Група	
	АК × АК	СФ × АК
Кількість тварин, гол.	3	3
Передзабійна жива маса, кг	44,0±0,58	44,7±0,33
Маса туші, кг	19,6±0,42	20,8±0,18*
Вихід туші, %	44,5	46,6
Маса внутрішнього жиру, кг	0,85±0,03	0,83±0,03
Забійна маса, кг	20,4±0,44	21,7±0,15*
Забійний вихід, %	46,4	48,5

На підставі даних таблиці 2 можна стверджувати, що помісні барани за основними забійними показниками переважали чистопородних асканійських кросбредних за масою туші на 1,2 кг (6,1 %), виходом туші – на 2,1 абс. %, забійною масою – на 1,3 кг (6,3 %) та забійним виходом на 2,1 абс. %. Всі перераховані різниці статистично вірогідні ($P < 0,05$). За передзабійною живою масою (маса тіла після добової голодної витримки) та масою внутрішнього жиру суттєвих відмінностей не встановлено. Оцінку туш проводили відповідно до чинної «Інструкції з товарознавчої оцінки та маркування м'яса» (Наказ Міністерства

аграрної політики та продовольства України № 587 від 01.11.2011 р.). Згідно із «ДСТУ ЕЭК ООН ЕСЕ/TRADE/308:2007 Баранина. Туші та відруби. Настанови щодо постачання і контролювання якості». Отримані туші відповідали таким якісним параметрам:

- категорія за віком – ягня, вік до 12 місяців;
- система вирощування – пасовищний випас;
- спосіб забою – традиційний;
- максимальна товщина жиру на туші – 3–6 мм.

Результати обвалювання піддослідних туш наведено в таблиці 3.

3. Морфологічний склад туш піддослідних баранів (M±m)

Показники	Група	
	АК × АК	СФ × АК
Кількість тварин, гол.	3	3
Маса охолодженої туші, кг	19,5±0,50	20,7±0,17
Маса м'яса, кг	14,9±0,35	16,2±0,17*
Вихід м'яса, %	76,4	77,3
Маса жиру, кг	0,75±0,01	0,80±0,02
Вихід жиру, %	3,8	3,9
Маса кісток, кг	3,4±0,15	3,5±0,06
Вихід кісток, %	17,6	16,7
Маса сухожиль, кг	0,36±0,01	0,37±0,01
Вихід сухожиль, %	1,8	1,8
Коефіцієнт м'ясності	4,56±0,09	4,75±0,03*

Дослідженням морфологічного складу туш піддослідних баранів встановлено, що за масою охолодженої туші відбувається тенденція до

переважання помісей, однак ця різниця є статистично не вірогідною. Прилиття крові породи суффолк позитивно вплинуло на м'ясні якості баранів – у тушах помісей було на 1,3 кг (8,7 %) більше м'яса, його вихід був на 0,9 абс. % вищий, ніж у чистопородних асканійських кросбредних. Різниця статистично вірогідна ($P < 0,05$). Маса і вихід жиру та сухожил'я у тушах порівнюваних груп були практично однаковими, а вихід кісток статистично

вірогідно був нижчим у помісних тварин. Коефіцієнт м'ясності, який визначається як співвідношення маси м'яса до маси кісток, був вищим у тушах помісних баранів, різниця статистично вірогідна ($P < 0,05$).

Результати оцінки економічної ефективності використання методу «прилиття крові» породи суффолк для виробництва молоді баранини наведено в таблиці 4.

4. Економічна ефективність використання методу «прилиття крові» породи суффолк

Показники	Група	
	АК × АК	СФ × АК
Жива маса 1 голови після нагулу, кг	43,8	44,6
Ціна молодняка овець у живій масі, грн./кг	50,0	50,0
Реалізаційна вартість, грн./гол.	2190,00	2230,00
± до АКхАК	–	40,00
Маса туші, кг	19,5	20,7
Ціна баранини в тушах, грн./кг	135,00	135,00
Реалізаційна вартість туші, грн.	2632,50	2794,50
± до АКхАК	–	162,00

Відповідно до проведених розрахунків економічної ефективності вартість отриманої додаткової продукції від реалізації у рік народження помісних баранів у живій масі, в порівнянні із чистопородними становить 40 грн/ гол., а при реалізації після забою в тушах – 162,0 грн/гол.

Висновки. Використання методу «прилиття крові» породи суффолк має позитивний вплив на покращення м'ясної продуктивності овець асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною. Помісні барани 3/8 кровні за породою суффолк у рік народження при нагулі на природних пасовищах із підгодівлею концентрованими кормами статистично

вірогідно ($P < 0,05$) переважали чистопородних за величиною середньодобового та абсолютного приростів відповідно на 9,6 і 8,9 %, за живою масою після нагулу – на 1,8 %. Вони характеризувалися кращими забійними та м'ясними показниками, ніж чистопородні ровесники, а саме – вищою забійною масою – на 1,3 кг, забійним виходом – на 2,1 абс. %, виходом м'яса – на 0,9 абс. %. Різниця статистично вірогідна, $P < 0,05$. Вартість додатково отриманої продукції при реалізації в рік народження помісних 3/8 кровних за породою суффолк баранів у живій масі становить 40,0 грн/гол., при реалізації після забою в тушах – 162,0 грн/гол.

Список використаної літератури

1. Вівчарство Карпатського регіону / Г. М. Седіло та ін. Львів : ПАІС, 2016. 192 с.
2. Вовченко Б. О., Корбич Н. М. Ефективність схрещування овець таврійського типу асканійської породи з м'ясосальними і м'ясними баранами. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 167–

References

1. Sheep breeding of the Carpathian region / H. M. Sedilo et al. Lviv: PAIS, 2016. 192 p.
2. Vovchenko B. O., Korbych N. M. Effectiveness of crossbreeding sheep of the Taurian type of the Askanian breed with fat and meat rams. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2018. Issue 99. P. 167–173.

173.

3. Жарук П. Г., Заруба К. В. М'ясна продуктивність молодняку овець цигайської породи та помісей з асканійськими кросбредами. *Наук. вісник ННУБІП України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2016. Вип. 236. С. 146–154.

4. Заруба К. В., Дрозд С. Л., Гладій І. А. Ріст і розвиток молодняку, одержаного від схрещування баранів-плідників м'ясного напрямку продуктивності з вівцематками асканійської тонкорунної породи. *Вівчарство та козівництво*. 2020. Вип. 5. С. 38–48. <https://doi.org/10.33694/2415-3958-2020-1-5-38-48>.

5. Заруба К. В., Дрозд С. Л. М'ясна продуктивність молодняку за промислового схрещування овець асканійської тонкорунної породи з м'ясними генотипами. *Вівчарство та козівництво*. 2018. Вип. 3. С. 39–47.

6. Кирилів Я. І., Періг Д. П. Особливості масового та лінійного росту помісного кросбредного молодняку овець в різні вікові періоди постнатального онтогенезу. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2012. Т. 14. Вип. 2 (52). С. 282–293.

7. Польська П. І., Калащук Г. П. Інноваційні генетичні ресурси – асканійські кросбреди та асканійські чорноголові для відновлення галузі вівчарства в Україні у ринкових умовах. *Вівчарство та козівництво*. 2018. Вип. 3. С. 67–80.

8. Похил В. І., Лесновська О. В. Забійні якості овець різного походження. *Наук. вісник «Асканія-Нова»*. 2012. Вип. 5, ч. 1. С. 171–174.

9. Седіло Г. М., Вовк С. О., Петришин М. А. Сучасний стан і основні напрямки розвитку вівчарства в Карпатському регіоні. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 36. С. 22–26.

10. Формування бажаних генотипів, генеалогічної структури стада та результати оцінки овець створюваного спеціалізованого м'ясного напрямку продуктивності / І. А. Помітун та ін. *НТБ Інституту тваринництва НААН*. 2013. № 110. С. 141–147.

11. An assessment of sire-breed effects on carcass and meat quality traits of lambs at the ages of 40 and 100 days from Comisana ewes crossed with Suffolk or Bergamasca rams / P. De Palo et al. *Animal production sci.* 2018. Vol. 58. No 10. P. 1794–1801. <https://doi.org/10.1071/AN16673>.

12. Assessing genetic diversity of various Canadian sheep breeds through pedigree analyses / K. Stachowicz et al. *Canadian J. of Animal Sci.* 2018. Vol. 98 (4). P. 741–749. <https://doi.org/10.1139/cjas-2017-0187>.

13. Assessing Population Structure and Genetic Diversity in US Suffolk Sheep to Define a Framework for Genomic Selection / Carrie S. Wilson et al. *Journal of Heredity*. 2022. Vol. 113 Issue. 4. P. 431–443. <https://doi.org/10.1093/jhered/esac026>.

3. Zharuk P. G., Zaruba K. V. Meat productivity of young sheep of the Tsygai breed and crossbreeds with Askanian crossbreeds. *Nauk. visnyk NNUBIP Ukrainy. Seriya: Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva*. 2016. Issue 236. P. 146–154.

4. Zaruba K. V., Drozd S. L., Hladii I. A. Growth and development of young animals obtained from crossing breeding rams of the meat production direction with ewes of the Askanian thin-fleece breed. *Vivcharstvo ta kozivnytstvo*. 2020. Issue 5. P. 38–48. <https://doi.org/10.33694/2415-3958-2020-1-5-38-48>.

5. Zaruba K. V., Drozd S. L. Meat productivity of young animals during industrial crossing of Askanian thin-fleece sheep with meat genotypes. *Vivcharstvo ta kozivnytstvo*. 2018. Issue 3. P. 39–47.

6. Kyrlyiv Ya. I., Perih D. P. Peculiarities of mass and linear growth of local crossbred young sheep in different age periods of postnatal ontogenesis. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhyskoho*. 2012. Vol. 14. Issue 2 (52). P. 282–293.

7. Polska P. I., Kalashchuk H. P. Innovative genetic resources – Askanian crossbreeds and Askanian blackheads for the restoration of the sheep breeding industry in Ukraine in market conditions. *Vivcharstvo ta kozivnytstvo*. 2018. Issue 3. P. 67–80.

8. Pokhyl V. I., Lesnovska O. V. Slaughter qualities of sheep of different origins. *Nauk. Visnyk «Askaniia-Nova»*. 2012. Issue 5. Part 1. P. 171–174.

9. Sedilo H. M., Vovk S. O., Petryshyn M. A. Current state and main directions of development of sheep breeding in the Carpathian region. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarno-ekonomichnoho universytetu*. 2015. No 36. P. 22–26.

10. Formation of the desired genotypes, genealogical structure of the herd and the results of the evaluation of the sheep of the created specialized meat area of productivity / I. A. Pomitun et al. *NTB Instytutu tvarynnytstva NAAN*. 2013. No 110. P. 141–147.

11. An assessment of sire-breed effects on carcass and meat quality traits of lambs at the ages of 40 and 100 days from Comisana ewes crossed with Suffolk or Bergamasca rams / P. De Palo et al. *Animal production sci.* 2018. Vol. 58. No 10. P. 1794–1801. <https://doi.org/10.1071/AN16673>.

12. Assessing genetic diversity of various Canadian sheep breeds through pedigree analyses / K. Stachowicz et al. *Canadian J. of Animal Sci.* 2018. Vol. 98 (4). P. 741–749. <https://doi.org/10.1139/cjas-2017-0187>.

13. Assessing Population Structure and Genetic Diversity in US Suffolk Sheep to Define a Framework for Genomic Selection / Carrie S. Wilson et al. *Journal of Heredity*. 2022. Vol. 113. Issue. 4. P. 431–443. <https://doi.org/10.1093/jhered/esac026>.

14. Breed and breed x environment interaction effects for growth traits and survival rate from birth to weaning in crossbred lambs / J. Osorio-Avalos et al. *Journal of Animal Science*. 2012. Vol. 90(12). P. 4239–4247. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4893>.

14. Breed and breed x environment interaction effects for growth traits and survival rate from birth to weaning in crossbred lambs / J. Osorio-Avalos et al. *Journal of Animal Science*. 2012. Vol. 90 (12). P. 4239–4247. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4893>.
15. Calculating economic weights for sheep sire breeds used in different breeding systems / M. Wolfová et al. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 89 (6). P. 1698–1711. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3237>.
16. Comparison of new composite breeds with the Suffolk breed as terminal sires in an extensive production system : carcass characteristics / H. N. McKibben et al. *Translational Animal Science*. 2019. Vol. 3(1). P. 1701–1704. <https://doi.org/10.1093/tas/txz061>.
17. Comparison of the USSES terminal-sire and Siremax composite breeds with the Suffolk breed as terminal sires in an extensive production system: carcass characteristics / Heather N. McKibben et al. *Translational Animal Sci*. 2018. Vol. 2 (1). P. 155–158. [Doi.org/10.1093/tas/txy042](https://doi.org/10.1093/tas/txy042).
18. Estimation of Genetic Parameters for Litter Size in Charollais, Romney, Merinolandschaf, Romanov, Suffolk, Šumava and Texel Breeds of Sheep / J. Schmidová et al. *Small Ruminant Research*. 2014. Vol. 119 (1–3). P. 33–38 <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.02.004>.
19. Evaluation of Columbia, U.S. Meat Animal Research Center Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system: VI. Measurements of live-lamb and carcass shape and their relationship to carcass yield and value / D. R. Notter et al. *Journal of Animal Science*. 2014. Vol. 92 (5). P. 1980–1994. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7154>.
20. Evaluation of Columbia, USMARC-Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system: V. Postweaning growth, feed intake, and feed efficiency / D. P. Kirschten et al. *Journal of Animal Science*. 2013. Vol. 91. Issue. 5. P. 2021–2033. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5152>.
21. Evaluation of Columbia, USMARC-Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system : I. Ewe productivity and crossbred lamb survival and preweaning growth / T. D. Leeds et al. *Journal of Animal Science*. 2012. Vol. 90 (9). P. 2931–2940. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4640>.
22. Evaluation of Columbia, USMARC-Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system : III. Prefabrication carcass traits and organ weights / M. R. Mousel et al. *J. of Animal Sci*. 2012. Vol. 90 (9). P. 2953–2962. [Doi.org/10.2527/jas.2011-4767](https://doi.org/10.2527/jas.2011-4767).
23. Evaluation of Columbia, USMARC-Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system: II. Postweaning growth and ultrasonic measures of composition for lambs fed a high-energy feedlot diet / R. Notter et al. *Journal of Animal Science*. 2012. Vol. 90 (9). P. 2941–2952. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4641>.
24. Evaluation of terminal sire breeds for hair sheep production systems: Feedlot environment / C. L. Maierle et al. *Small Ruminant Research*. 2022. 213. 106726. [Doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106726](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106726).
15. Calculating economic weights for sheep sire breeds used in different breeding systems / M. Wolfová et al. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 89 (6). P. 1698–1711. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3237>.
16. Comparison of new composite breeds with the Suffolk breed as terminal sires in an extensive production system : carcass characteristics / Mckibben H. N. et al. *Translational Animal Science*. 2019. Vol. 3 (1). P. 1701–1704. <https://doi.org/10.1093/tas/txz061>.
17. Comparison of the USSES terminal-sire and Siremax composite breeds with the Suffolk breed as terminal sires in an extensive production system: carcass characteristics / Heather N. McKibben et al. *Translational Animal Sci*. 2018. Vol. 2 (1). P. 155–158. [Doi.org/10.1093/tas/txy042](https://doi.org/10.1093/tas/txy042).
18. Estimation of Genetic Parameters for Litter Size in Charollais, Romney, Merinolandschaf, Romanov, Suffolk, Šumava and Texel Breeds of Sheep / J. Schmidová et al. *Small Ruminant Research*. 2014. Vol. 119(1–3). P. 33–38 <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.02.004>.
19. Evaluation of Columbia, U.S. Meat Animal Research Center Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system: VI. Measurements of live-lamb and carcass shape and their relationship to carcass yield and value / D. R. Notter et al. *Journal of Animal Science*. 2014. Vol. 92 (5). P. 1980–1994. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7154>.
20. Evaluation of Columbia, USMARC-Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system: V. Postweaning growth, feed intake, and feed efficiency / Kirschten D. P. et al. *Journal of Animal Science*. 2013. Vol. 91, Issue. 5. P. 2021–2033. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5152>.
21. Evaluation of Columbia, USMARC-Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system : I. Ewe productivity and crossbred lamb survival and preweaning growth / T. D. Leeds et al. *Journal of Animal Science*. 2012. Vol. 90 (9). P. 2931–2940. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4640>.
22. Evaluation of Columbia, USMARC-Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system: III. Prefabrication carcass traits and organ weights / M. R. Mousel et al. *J. of Animal Sci*. 2012. Vol. 90 (9). P. 2953–2962. [Doi.org/10.2527/jas.2011-4767](https://doi.org/10.2527/jas.2011-4767).
23. Evaluation of Columbia, USMARC-Composite, Suffolk, and Texel rams as terminal sires in an extensive rangeland production system: II. Postweaning growth and ultrasonic measures of composition for lambs fed a high-energy feedlot diet / R. Notter et al. *Journal of Animal Science*. 2012. Vol. 90 (9). P. 2941–2952. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4641>.
24. Evaluation of terminal sire breeds for hair

25. Fuerst-Walt B., Fuerst C. Development of a routine genetic evaluation and a total merit index for sheep breeds with focus on meat production. *Small Ruminant Research*. 2021. Vol. 202. 106467. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106467>.

26. Genetic structure and admixture in sheep from terminal breeds in the United States / K. M. Davenport et al. *Anim. Genet.* 2020. No 51. P. 284–291. <https://doi.org/10.1111/age.12905>.

27. Huisman A. E., Brown D. J., Fogarty N. M. Ability of sire breeding values to predict progeny bodyweight, fat and muscle using various transformations across environments in terminal sire sheep breeds. *Animal Production Science*. 2015. No 56. P. 95–101. <https://doi.org/10.1071/AN14666>.

28. Liveweight and growth of merino precoz, suffolk and crossbred lambs in a semiarid mediterranean grassland of Chile / G. G. Castellaro et al. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*. 2015. Vol. 31(3). P. 60–69. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902016000100007>.

29. Rosov A., Gootwine E. Birth weight, and pre- and postweaning growth rates of lambs belonging to the Afec-Assaf strain and its crosses with the American Suffolk. *Small Ruminant Research*. 2013. Vol. 113 (1). P. 58–61. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.02.015>.

30. Schiller K. F., Grams V., Bennewitz J. Analysis of growth and feed conversion in purebred and crossbred German Merinolandschaf lambs. *Arch. Anim. Breed.* 2015. No 58. P. 177–183. <https://doi.org/10.5194/aab-58-177-2015>.

sheep production systems: Feedlot environment / C. L. Maierle et al. *Small Ruminant Research*. 2022. 213. 106726. [Doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106726](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106726).

25. Fuerst-Walt B., Fuerst C. Development of a routine genetic evaluation and a total merit index for sheep breeds with focus on meat production. *Small Ruminant Research*. 2021. Vol. 202. 106467. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106467>.

26. Genetic structure and admixture in sheep from terminal breeds in the United States / K. M. Davenport et al. *Anim. Genet.* 2020. No 51. P. 284–291. <https://doi.org/10.1111/age.12905>.

27. Huisman A. E., Brown D. J., Fogarty N. M. Ability of sire breeding values to predict progeny bodyweight, fat and muscle using various transformations across environments in terminal sire sheep breeds. *Animal Production Science*. 2015. No 56. P. 95–101. <https://doi.org/10.1071/AN14666>.

28. Liveweight and growth of merino precoz, suffolk and crossbred lambs in a semiarid mediterranean grassland of Chile / G. G. Castellaro et al. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*. 2015. Vol. 31 (3). P. 60–69. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902016000100007>.

29. Rosov A., Gootwine E. Birth weight, and pre- and postweaning growth rates of lambs belonging to the Afec-Assaf strain and its crosses with the American Suffolk. *Small Ruminant Research*. 2013. Vol. 113 (1). P. 58–61. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.02.015>.

30. Schiller K. F., Grams V., Bennewitz J. Analysis of growth and feed conversion in purebred and crossbred German Merinolandschaf lambs. *Arch. Anim. Breed.* 2015. No 58. P. 177–183. <https://doi.org/10.5194/aab-58-177-2015>.