

**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 № 7
від 26 вересня 2024 р.*

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

*Редактор М. М. Кахнич
Верстка О. Я. Полуліх
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 76 • Частина 1 • 2024



**Видавництво
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН
Оброшине 2024**

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
- Мароунок 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 № 7 of September 26, 2024*

*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 76 • Issue 1 • 2024



*Видавництво
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН
Obroshyne 2024*

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, 2024

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

<i>Бондаренко О. В.</i> Пластичність типу розвитку озимого тритикале..... 7	<i>Bondarenko O. V.</i> Plasticity of the type of developmentof winter triticale
<i>Дубицька А. О., Качмар О. Й., Дубицький О. Л., Вавринович О. В., Щерба М. М.</i> Вплив систем удобрення з використанням біостимулятора та гумусного добрива на врожайність і якість зерна пшениці озимої..... 16	<i>Dubytska A. O., Kachmar O. Y., Dubytskyi O. L., Vavrynovych O. V., Shcherba M. M.</i> The influence of fertiliser systems with biostimulation and humus fertilizer on the yieldand grain quality of winter wheat
<i>Козак Н. І.</i> Продуктивність травостою конюшини лучної залежно від системи удобрення у короткоротаційній сівозміні.... 26	<i>Kozak N. I.</i> Productivity of red clover grassland depending on the fertilisation systemin a short-rotation crop rotation
<i>Мізерник Д. В.</i> Сучасний стан та перспективи виращування сої в світі і Україні..... 36	<i>Mizernyk D. V.</i> Current state and prospects for soybean cultivation in the world and Ukraine
<i>Олефіренко Б. А., Демидов О. А.</i> Урожайність та посівні якості насіння пшениці твердої ярої залежно від фонів живлення і регулятора росту..... 48	<i>Olefirenko B. A., Demydov O. A.</i> Yield and sowing qualities of durum spring wheat seeds depending on nutritionbackground and growth regulator
<i>Правдзіва І. В., Василенко Н. В., Хорошко Н. М., Заїма О. А.</i> Мінливість маси 1000 зерен та натури зерна пшениці озимої залежно від строків сівби..... 58	<i>Pravdziva I. V., Vasylenko N. V., Khoroshko N. M., Zaima O. A.</i> Variability of the weight of 1000 grains and the nature of the grain of winter wheat depending on sowing dates
<i>Трембіцька О. І., Столяр С. Г., Рибак І. С., Тетера С. А.</i> Вплив технологій вирощування та способів догляду за посівами на урожайність кукурудзи..... 69	<i>Trembitska O. I., Stoliar S. H., Rybak I. S., Tetera S. A.</i> Influence of growing technologies and care methods for cropson corn yield
<i>Федоренко М. В., Федоренко І. В., Близнюк Р. М.</i> Трансгресивна мінливість у гібридних популяціях F ₂ пшениці ярої <i>Triticum aestivum</i> L. та <i>Triticum durum</i> Desf. за елементами продуктивності колосу..... 81	<i>Fedorenko M. V., Fedorenko I. V., Blyzniuk R. M.</i> Transgressive variability in F ₂ hybrid populations of spring wheat <i>Triticum aestivum</i> L. and <i>Triticum durum</i> Desf. for spike yield components

ТВАРИННИЦТВО**STOCKBREEDING**

<i>Лобойко І. В., Влізло В. В.</i> Вміст мікроелементів у плазмі крові, молоці та волосяному покриві молочних корів.....	90	<i>Loboiko I. V., Vlizlo V. V.</i> Content of trace elements in blood plasma,milk and hair coat of dairy cows
<i>Максимюк Г. В., Стадницька О. І., Седіло Г. М., Максим'юк В. М., Яремчук І. М.</i> Методика визначення співвідношень маси води та білкових і небілкових речовин матково-вагінального слизу.....	99	<i>Maksymiuk H. V., Stadnytska O. I., Sedilo H. M., Maksymiuk V. M., Yaremchuk I. M.</i> Methodology for determining mass ratios of water, protein and non-protein substancesof the uterine-vaginal mucus
<i>Петрів М. Д., Ференц Л. В., Вовк С. О., Федорович В. С., Кравчук М. О.</i> Репродуктивна здатність маточного поголів'я оброшинських білих гусей за застосування кормових добавок.....	109	<i>Petriv M. D., Ferents L. V., Vovk S. O., Fedorovych V. S., Kravchuk M. O.</i> Reproductive ability of the parent flock of obroshyn by geese with the useof feed additives
<i>Полупан Ю. П., Прийма С. В.</i> Вікова динаміка живої маси та статевого диморфізму молодняка молочних порід.....	117	<i>Polupan Yu. P., Pryima S. V.</i> Age dynamics of live weight and sexual dimorphismof young dairy breeds
<i>Разанова О. П., Алексєєв В. О.</i> Молочна продуктивність корів у період роздою та якість молока за введення до раціону білково-вітамінно-мінерального преміксу....	127	<i>Razanova O. P., Aliksieiev V. O.</i> Milk productivity of cows during the period of intensive milking after calving and quality of milk by inclusion of protein-vitamin-mineral premix into the diet
<i>Федак В. Д., Шелевач А. В., Федак Н. М.</i> Біохімічні показники крові телиць і корів української чорно-рябої молочної породи різних типів конституції у постнатальному онтогенезі.....	140	<i>Fedak V. D., Shelevach A. V., Fedak N. M.</i> Biochemical indicators of the blood of calves and cows of ukrainian black- spotted dairy breed of different types ofconstitution in postnatal ontogenesis

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-1

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.11-152.75:631.527.85

ПЛАСТИЧНІСТЬ ТИПУ РОЗВИТКУ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ***О. В. Бондаренко**

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН
пр-кт Юності, 16, м. Вінниця,
Україна, 21100

Про авторів:

Олександр БОНДАРЕНКО,
аспірант
ORCID: 0000-0001-5518-2639

Для листування:

Олександр БОНДАРЕНКО
e-mail: bs1985journal@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук України

Отримано:

13 вересня 2024 р.

Погоджено до друку:

23 вересня 2024 р.

Мінливість погодних умов під час осіннього періоду вегетації змушує науковців шукати нові методи для підвищення врожайності озимих зернових культур. Останніми роками під час оптимальних строків сівби озимих культур все частіше фіксуються посушливі умови, через що насіння закладається в сухий ґрунт або ж сівба переноситься на пізніші терміни. Це затримує розвиток рослин, і рослини часто входять у зиму в фазі сходів, що знижує їхню зимостійкість і робить весняне кушіння менш продуктивним. Одним із можливих рішень є використання альтернативних культур, таких як тритикале. У статті наведені результати досліджень типу розвитку 40 зразків озимого тритикале різного еколого-географічного походження. Визначено, що у 2021 р. більшість зразків розвивалися за озимим типом розвитку, 2022 та 2023 рр. – озимо-ярим. Виділено зразки, які при весняному посіві завершили вегетацію у фазу повної стиглості продовж трьох років досліджень (2021–2023 рр.) – НТН 1933, Remico, НТН 3476, Salto, Наварро, Dinaro, Хлебороб, Ярослава – характерний ярий тип розвитку. Визначено зразки, які розвивалися за озимим типом розвитку за роками досліджень – Ураган, Сибірський, Сирс 57.

Ключові слова: зразок, пластичність, тип розвитку, озимість, фази вегетації.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук В. Д. Бугайов.

© Бондаренко О. В., 2024

Plasticity of the type of development of winter triticale

Institute of Feed and Agriculture of Podillia NAAS
16 Yunosti Ave, Vinnytsia, Ukraine,
21100

About authors:

Oleksandr BONDARENKO
ORCID: 0000-0001-5518-2639

For corresponding:

Oleksandr BONDARENKO
e-mail: bs1985journal@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

September 13, 2024

Accepted:

September 23, 2024

Variability of weather conditions during the autumn growing season forces scientists to look for new methods to increase the yield of winter crops. In recent years, the optimal time for sowing winter crops has been increasingly affected by dry conditions, which causes seeds to be sown in dry soil or postponed to later dates. This delays plant development, and winter crops often enter winter in the germination phase, which reduces their winter hardiness and makes spring tillering less productive. One possible solution is to use alternative crops such as triticale. The article presents the results of studies of the type of development of 40 samples of winter triticale of different ecological and geographical origin. It was determined that in 2021 most of the samples developed by the winter type of development, in 2022 and 2023 – by the winter-spring type of development. The samples that completed the vegetation in the phase of full ripeness during the three years of research (2021–2023) were identified NTH 1933, Remico, NTH 3476, Salto, Navarro, Dinaro, Khleborob, Yaroslava – typical spring type of development. The samples that developed according to the winter type of development by the years of research were identified – Urahan, Sybirskyi, Syrs 57.

Keywords: sample, plasticity, type of development, wintering, vegetation phases.

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

Вступ. Тритикале (*x Triticosecale Wittmack*) – це міжродовий гібрид пшениці (*Triticum spp.*) та жита (*Secale spp.*) [8, 14]. Висока продуктивність зерна та зеленої маси, стабільний адаптивний потенціал, можливість виробництва високоякісних кормів за амінокислотним і фракційним білковим складом забезпечити зростання інтересу до культури [12, 14]. За останні 10 років виробництво зерна тритикале зросло у всьому світі, переважно в Польщі, Німеччині, Франції [17].

В останні роки відбувалося підвищення середньорічної температури на 1,5–2,0 °С, посилилась континентальність клімату. Це збільшило тривалість осіннього періоду, подовжило осінню вегетацію озимих культур [20]. На відміну від ярих, озимі потребують періодів низьких температур для переходу від вегетативної до репродуктивної фази, що називається яровизацією. Температура та тривалість є двома основними факторами навколишнього середовища, які впливають на швидкість розвитку озимих культур [18]. За таких умов все більшої актуальності набирає створення сортів, придатних до

пізньоосіннього висіву та посів у «лютневі вікна» (відлиги в лютому – на початку березня) [20].

Вирощування нових сортів із покращеною врожайністю, якістю та стійкістю до біотичних і абіотичних стресів є основою для рослинництва [18]. Адаптивність нових сортів зернових культур, зокрема тритикале, до мінливих погодних умов є одним з основних чинників, які забезпечують високий врожай [5].

Біологічною особливістю дворучок є те, що восени вони пізніше закінчують вегетацію порівняно озимими сортами, а навесні раніше її відновлюють. У них сильна реакція на довжину дня, і поки день короткий (менше ніж 12 год), вони накопичують біомасу, але не переростають, навіть за високих температур [15]. Вони також менш вибагливі до попередників, строків сівби, різких коливань гідротермічних умов впродовж вегетації. Використання сортів-дворучок як страхової культури на випадок пересіву площ уможливорює, не змінюючи структури

посівних площ, вийти на оптимальний рівень урожайності зернових культур [1].

Факультативні культури пізньої осінньої сівби мають багато переваг, оскільки їх розвиток може відбуватися за озимим або ярим типом, залежно від умов навколишнього середовища. Насіння тритикале може прорости при температурі 1–3 °С. Проросле насіння залишається життєздатним при низькій температурі, і його яровизація відбувається безперервно. При цьому збільшується маса кореневої системи та накопичуються розчинні вуглеводи. Урожайність зерна та біомаси факультативного тритикале менше залежить від строків сівби, ніж в озимих сортів [11].

Мета дослідження – визначити типи розвитку колекційних зразків озимого тритикале та виділити зразки зі стабільним проявом ознаки впродовж трьох років дослідження.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на дослідних полях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Посіви озимого тритикале розміщували в семипільній селекційній сівозміні, попередник – гірчиця біла. Технологія вирощування загальноприйнята для зони Лісостепу.

Як вихідний матеріал для вивчення використано 40 колекційних зразків

озимого тритикале різного еколого-географічного походження, одержаного з колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України. Посів проводили ранньою весною (перша-друга декада березня) вручну рядковим способом з обліковою площею 2 м² з шириною міжрядь 45 см. Розподіл колекційних зразків на фенотипові класи проводили в кінці вегетації. Під час обліку за типом розвитку ярими вважали всі рослини, що на час закінчення вегетації весняного посіву виколосились, озимими – які встигли лише розкущитись. На час збирання рослин які перебували у фазах: молочно-воскової стиглості, цвітіння, виходу в трубку та кушення з поступовими переходами між цими групами рослин можна віднести до озимо-ярих або яро-озимих. Рослини, які у період збору перебували у фазі кушення, виходу у трубку або пізно виколосились, не давали потомства.

У роки проведення досліджень (2021–2023 рр.) склалися контрастні за гідротермічним режимом умови, здебільшого задовільні й добрі для росту та розвитку рослин тритикале. Визначено, що перехід зразків озимого тритикале до фази колосіння або виходу в трубку за весняної сівби, значною мірою залежав від умов вегетації (рис. 1, 2).

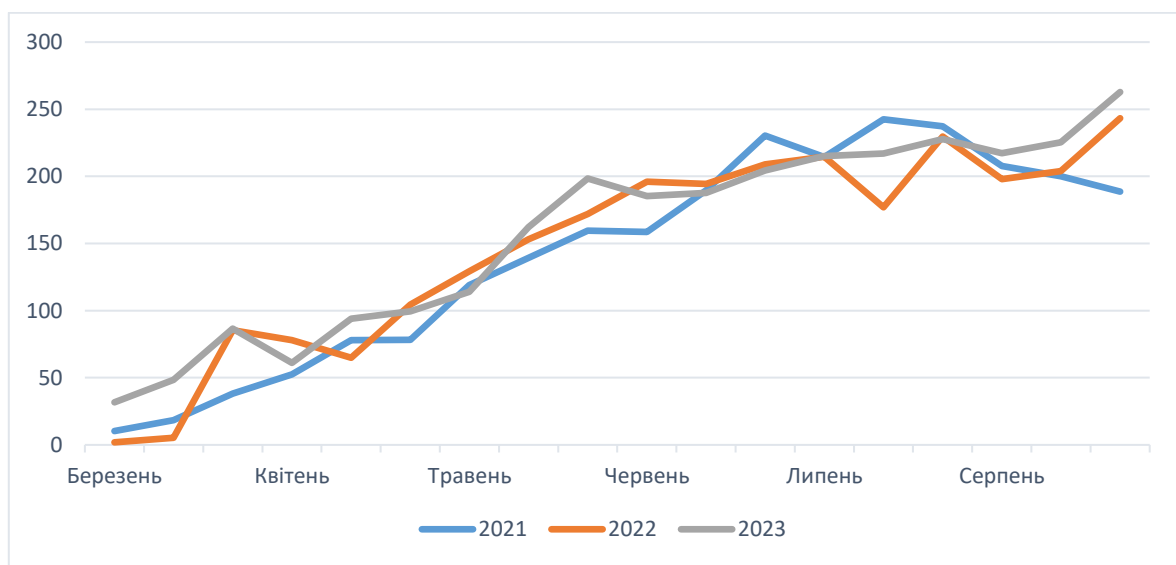


Рисунок 1. Сума ефективних температур вегетаційного періоду зразків озимого тритикале весняного посіву (2021–2023 рр.)

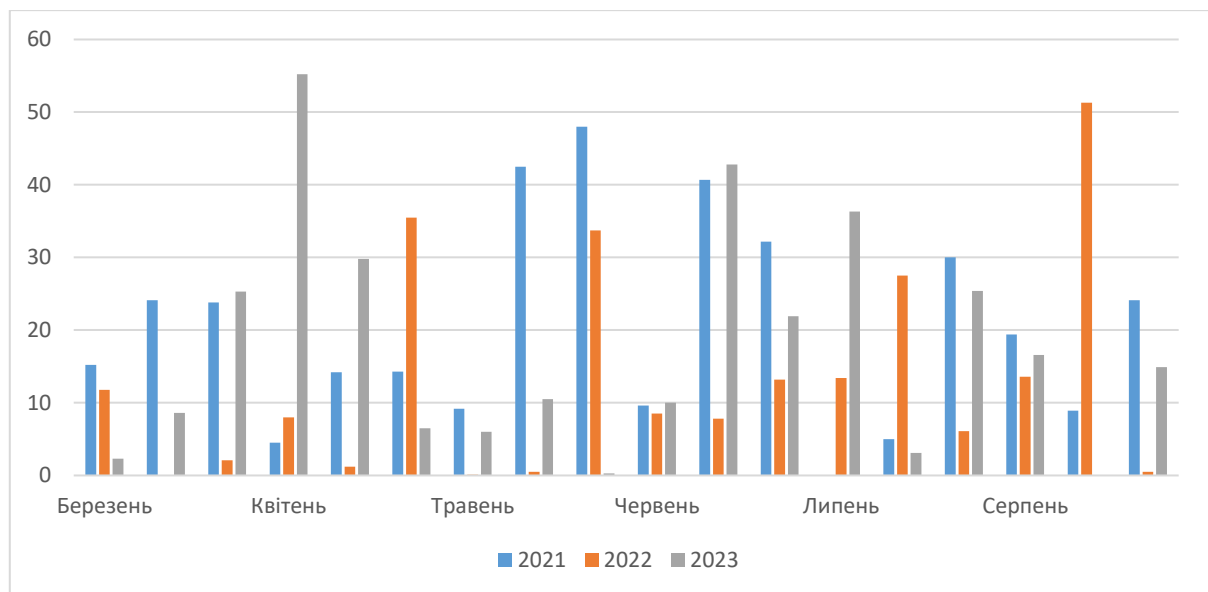


Рисунок 2. Сума опадів за вегетаційний період зразків озимого тритикале весняного посіву (2021–2023 рр.)

При проведенні досліджень відмічали дати настання фенологічних фаз, відповідно початок фази визначався наявністю відповідних ознак у 10 % рослин, повна фаза – 75 % рослин. Структуру врожаю визначали за методикою Держсортівипробування [5]. Збирання врожаю зерна проводили за повної стиглості.

Результати та обговорення. У 2021 р. більшість зразків озимого тритикале при весняному посіві (55 %) розвивалися за озимим типом, ярий тип розвитку виявлений у 27,5 %, озимо-ярий – 15 %, яро-озимий – 2,5 % зразків. Скоростиглі зразки тритикале озимого виявляли більшу здатність до колосіння за весняної сівби, а пізньостиглі меншу. Проміжний тип розвитку (озимо-ярий) переважав у 2022 р. – виявлено в 47,5 % зразків, озимий – 12,5 %, ярий – 22,5 % та яро-озимий – 17,5 %. У 2023 р. 27,5 % зразків визначено озимий та ярий тип, 35 % –

озимо-ярий та 10 % – яро-озимий (табл. 1, 2).

При весняному посіві 2021 р., коли склалися відносно несприятливі умови через низькі температури впродовж першої половини вегетації рослин та нерівномірний розподіл опадів більшість зразків озимого тритикале завершили вегетацію у фазі кущення та виходу в трубку. Одинадцять зразків завершили вегетацію у фазу повної стиглості – NTH 1933, Никанор, Remico, NTH 3476, Salto, Наварро, Динаро, Хлебороб, Alico, Ярослава, Тит – характерний ярий тип розвитку. Озимо-ярий тип визначено в шести зразків (Хлібодар зимучий, Maestro, Бета, Торнадо, Скиф, Десятинне) – у період збирання рослини знаходилися у фазі повної, молочно-воскової стиглості, цвітіння, поодинокі – виходу в трубку. Визначено лише один зразок (Парус) з яро-озимим типом розвитку.

1. Основні типи розвитку колекційних зразків озимого тритикале (2021–2023 рр.)

Озимий			Ярий		
2021 р.	2022 р.	2023 р.	2021 р.	2022 р.	2023 р.
1	2	3	4	5	6
Стратег	Сирс 57	Сибирский	NTH 1933	Хлебороб	Тит
Святозар	Сибірський	Амос	Никанор	NTH 1933	NTH 3476
Маркіян	Ураган	Маркіян	Remico	Наварро	Remico

1	2	3	4	5	6
Нина	Цекад 90	Цекад 22	NTH 3476	Remico	Alico
Ураган	Богодарське	Сирс 57	Salto	NTH 3476	Наварро
Цекад 22		Богодарське	Наварро	Тит	Никанор
Амос		Святозар	Dinaro	Ярослава	NTH 1933
Обрій Миронівський		Нина	Хлебороб	Salto	Хлебороб
Гермес		Ураган	Alico	Dinaro	Salto
Сергий		Гермес	Ярослава		Dinaro
Союз		Союз	Тит		Ярослава
Маяк					
АД 256					
Букет					
Кастусь					
Божич					
Цекад 90					
Павлодарський					
Сибірський					
Сирс 57					
Богодарське					
Бард					

У 2022 р. в першу половину вегетації (березень, квітень, частково травень) спостерігали нестачу опадів і підвищені температури, що привело до уповільнення ростових процесів рослин, в другу половину – підвищені температури та рясні опади сприяли інтенсивному росту рослин. Для більшості зразків визначений озимоярий тип розвитку, на період завершення вегетації рослини знаходилися у різних фазах від кушення до колосіння. Лише для п'яти зразків (Сирс 57, Сибірський, Ураган, Цекад 90, Богодарське) визначений озимий тип розвитку – у період збору рослини знаходилися у фазі кушення, виходу в трубку. Дев'ять зразків (Хлебороб, NTH 1933, Наварро, Remico, NTH 3476, Тит, Ярослава, Salto, Dinaro), які виколосилися і дали урожай віднесені до ярого типу. Проміжний яро-озимий тип визначено в семи зразків – Божич, Хлібодар зимуючий, Никанор, Alico, Maestro, Кастусь та Десятинне.

Підвищені температури та незначна кількість опадів на початку вегетації тритикале у 2023 р. привели до сповільнення ростових процесів.

Найпоширенішим типом розвитку визначено озимо-ярий, рослини на час збирання знаходилися у фазі кушення, виходу в трубку, окремі зразки виколосилися і досягли повної стиглості. Озимий тип визначений у 11 зразків (Сибірський, Амос, Маркіян, Цекад 22, Сирс 57, Богодарське, Святозар, Нина, Ураган, Гермес, Союз), завершили вегетацію у фазі колосіння та виходу в трубку. Одинадцять зразків (Тит, NTH 3476, Remico, Alico, Наварро, Никанор, NTH 1933, Хлебороб, Salto, Dinaro, Ярослава) завершили вегетацію у фазі повної стиглості. Чотири сорти (Хлібодар зимуючий, Божич, Парус, Бета) визначено яро-озимий тип, на час збирання рослини перебували у фазі стиглості (молочної, воскової, повної), окремі з них – виходу в трубку.

Формування продуктивності пізніх посівів тритикале-дворучки менше залежить від умов осінньої вегетації, а більше – від часу відновлення весняної вегетації та температурного режиму в цей період [23]. Особливістю розвитку рослин дворучок є стрімкий та інтенсивний ріст у

весняний період з одночасним формуванням великої кількості пагонів, що в майбутньому дає рослинам змогу використати накопичену суху речовину для формування зерна [19].

Поєднання у сучасних сортів-дворучок високої продуктивності зі стійкістю до абіотичних факторів потребує широкого діапазону досліджень їх онтогенезу (за весняної та осінньої сівби). Коливання погодних умов певного року істотно впливає на проходження органогенезу всіх без винятку озимих

культур. Для сортів із тривалим періодом яровизації ключовим моментом за будь-яких строків сівби є перехід у фазу виходу у трубку (ВВСН 31) до настання критичного щодо вологозабезпеченості періоду. Ця вимога накладає певні обмеження на строки сівби, насамперед весняні [22].

Проведено структурний аналіз восьми зразків рослин озимого тритикале при весняному посіві, які завершили вегетацію у фазі повної стиглості. Результати обрахунків відображені у таблиці 2.

2. Елементи структури врожаю зразків озимого тритикале ярого типу розвитку (середнє, 2021–2023 рр.)

Зразок	Продуктивна куцистість, шт.	Висота рослин, см	Вага зерен із колосу, г	Вага зерен із рослини, г	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, кг/м ²
NTH 1933	2,2	165	0,9	2,0	41,2	0,48
Remico	3,4	86	1,9	3,2	45,1	0,60
NTH 3476	2,1	171	1,2	2,1	41,6	0,40
Salto	3,1	111	1,4	2,3	51,5	0,59
Наварро	3,3	114	2,0	3,8	50,3	0,55
Dinaro	2,8	90	1,2	2,2	48,7	0,49
Хлебороб	2,4	166	1,1	2,5	41,7	0,50
Ярослава	3,5	103	1,9	3,8	48,2	0,67
СМР	2,9	125,8	1,5	2,7	46,0	0,50
HP ₀₅	0,15	6,44	0,07	0,14	2,37	0,03

Продуктивна куцистість – це один з головних елементів, що визначає зернову продуктивність рослин і значно залежить як від генетичних особливостей сорту, так і від умов вирощування [4]. Продуктивна куцистість зразків озимого тритикале за роки досліджень (2021–2023 рр.) у середньому становила 2,9 шт. стебел на рослину із варіюванням показників від 2,1 до 3,5 шт. Середній міжпопуляційний рівень (СМР) перевищили чотири зразки – Remico, Salto, Наварро та Ярослава.

Висота рослин озимого тритикале залежала не тільки від погодних умов років досліджень, але й від генетичних особливостей сорту. Визначено, що означений показник сильно варіював, як за роками досліджень, так і за генотипом, в середньому коливався від 86 см до 171 см, СМР – 125,8 см.

Вага зерен із колосу та рослини є основними елементами структури продуктивності, які головним чином визначають репродуктивний потенціал сорту. На формування цих ознак значно впливають умови навколишнього середовища у періоди закладання, диференціювання колосу, цвітіння та формування насіння, тому значення цих показників можуть варіювати у широких межах [21]. Вага зерен із колосу в середньому за три роки коливалась від 0,9 до 1,9 г, СМР – 1,5 г. Вага зерен із рослини досліджуваних зразків знаходилася в межах від 2,0 г до 3,8 г, СМР – 2,6 г. Виділено лише три зразки, які перевищили СМР за означеними показниками – Remico, Наварро та Ярослава.

Маса 1000 зерен – один з основних кількісних показників, що характеризує не лише врожайність, але й технологічні й фізичні показники якості зерна [7]. Зразки зерна з більшою масою 1000 зерен мають вищий вихід кондиційного насіння, що, своєю чергою, впливає на продуктивність насінневих посівів [3, 18]. Встановлено, що даний показник формується не лише залежно від сортових особливостей, але також під впливом екологічних умов вирощування й агротехнічних заходів [2]. За результатами проведених розрахунків маса 1000 зерен досліджених зразків в середньому коливалася від 41,2 г до 51,5 г, СМР – 46,2 г. Визначено чотири зразки, які перевищили середнє значення – Salto, Наварро, Dinaro та Ярослава.

Урожайність зерна – кількісна ознака, що є сумарним кінцевим результатом сполучення низки її елементів структури [15, 7]. Визначено, що врожайність зерна зразків озимого тритикале коливалася від 0,40 до 0,67 кг/м². Виділено зразки, які перевищили СМР – Remico, Salto, Наварро та Ярослава. Встановлено, що при весняному посіві даних зразків озимого тритикале можна отримати урожай на рівні озимих посівів.

Висновки. Визначено різну реакцію досліджуваних зразків озимого тритикале

при весняному посіві та виділено зразки (дворучки), які завершують вегетацію у фазі повної стиглості. Встановлено, що у 2021 р. більшість зразків (55 %) розвивалися за озимим типом, ярий тип розвитку виявлений у 27,5 %, озимо-ярий – 15 %, яро-озимий – 2,5 % зразків; 2022 р. – озимо-ярий – 47,5 %, озимий – 12,5 %, ярий – 22,5 % та яро-озимий – 17,5 %; 2023 р. – озимий та ярий тип – 27,5 %, озимо-ярий – 35 % та яро-озимий – 10 %.

Виділено зразки, які завершили вегетацію у фазу повної стиглості: 2021 р. – NTH 1933, Никанор, Remico, NTH 3476, Salto, Наварро, Dinaro, Хлебороб, Alico, Ярослава; 2022 р. – Хлебороб, NTH 1933, Наварро, Remico, NTH 3476, Тит, Ярослава, Salto, Dinaro; 2023 р. – Тит, NTH 3476, Remico, Alico, Наварро, Никанор, NTH 1933, Хлебороб, Salto, Dinaro, Ярослава – характерний ярий тип розвитку. Визначено зразки, які за три роки досліджень завершували вегетацію у фазу повної стиглості – NTH 1933, Remico, NTH 3476, Salto, Наварро, Dinaro, Хлебороб, Ярослава. При структурному аналізі даних зразків, виділено найбільш продуктивні, які перевищили СМР за урожайністю зерна – Remico, Salto, Наварро та Ярослава, які можуть слугувати вихідним матеріалом для створення сортів дворучок.

Список використаної літератури

1. Андрійченко Л. В., Лавришина О. Є. Сорти-дворучки ячменю озимого для вирощування в умовах півдня Миколаївської області. *Зернові культури*. Том 3. № 2. С. 286–292. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0088>.
2. Вплив агроекологічних чинників і сортових особливостей на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої / Б. В. Близнюк та ін. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 1. С. 62–73. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163258>.
3. Коломієць Л. А., Кириленко В. В., Маринка С. М. Формування показників адаптивності (урожайності, маси 1000 зерен та природи зерна) ліній пшениці озимої залежно від гідротермічних умов у зоні Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 102. С. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2012.59814>.
4. Левченко О. С., Стариченко В. М. Особливості формування і прояву ознак зернової продуктивності у тритикале озимого. *Зернові*

References

1. Andriichenko L. V., Lavryshyna O. Ye. Winter barley two-handed varieties for cultivation in the south of Mykolaiv region. *Zernovi kultury*. Volume 3. No. 2. P. 286–292. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0088>.
2. Influence of agroecological factors and varietal characteristics on the yield and quality of winter soft wheat grain / B. V. Blyzniuk et al. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2019. No. 1. P. 62–73. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163258>.
3. Kolomiets L. A., Kyrylenko V. V., Marynka S. M. Formation of adaptability indices (yield, weight of 1000 grains and grain nature) of winter wheat lines depending on hydrothermal conditions in the Forest-Steppe zone of Ukraine. *Seleksiia i nasimnytstvo*. 2012. Issue 102. P. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2012.59814>.
4. Levchenko O. S., Starychenko V. M. Features of formation and manifestation of grain productivity traits in winter triticale. *Zernovi kultury*. Volume 4. No. 1. 2020. P. 20–27. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0102>.

культури. Том 4. № 1. 2020. С. 20–27. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0102>.

5. Мазуренко, Б. О., Новицька, Н. В. Накопичення абсолютно сухої речовини та чиста продуктивність фотосинтезу посівів тритикале за пізніх осінніх строків сівби та підживлень азотом. *Таврійський науковий вісник*. 2020. 111. С. 105–111. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.14>.

6. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур / під ред. В. В. Волкодава. Київ, 2000, Вип. 1. 100 с.

7. A study of factors influencing the water absorption capacity of Canadian hard red winter wheat / H. Sapirstein et al. *Journal of Cereal Science*. 2018. Vol. 81. P. 52–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.01.012>.

8. Compensatory Effect of the ScGrf3-2R Gene in Semi-Dwarf Spring Triticale (*x Triticosecale Wittmack*) / A. G. Chernook et al. *Plants*. 2022. 11 (22). 3032. <https://doi.org/10.3390/plants11223032>.

9. Genetic architecture underpinning yield component traits in wheat / S. Cao et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2020. Vol. 133. P. 1811–1823. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03562-8>.

10. Genome-wide association study for in vitro digestibility and related traits in triticale forage / A. De Zutter et al. *BMC Plant Biology*. 2024. 24 (1). <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04927-7>.

11. Grain yield response of facultative and winter triticale for late autumn sowing in different weather conditions / B. Mazurenko et al. *Agronomy Research*. 2020. 18 (1). 183–193. <https://doi.org/10.15159/AR.20.008>.

12. Grebennikova, I., Stepochkin, P. Optimization of the breeding process of lodgingresistant varieties of spring triticale. VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, *Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023)*. 2023. Vol. 390. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339003008>.

13. Identification of a candidate gene for a QTL for spikelet number per spike on wheat chromosome arm 7AL by high-resolution genetic mapping / S. Kuzay et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2019. Vol. 132. Issue 9. P. 2689–2705. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03382-56>.

14. Janczak-Pieniasek, M. The Influence of Cropping Systems on Photosynthesis, Yield, and Grain Quality of Selected Winter Triticale Cultivars. *Sustainability*. 2023. 15, 11075. 1–8. <https://doi.org/10.3390/su151411075>.

15. Linchevs'kyj, A. & Legkun, I. A new attitude to barley culture and selection in the conditions of climate change. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2020. 98 (9), 34–42. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-05>.

16. Okon E., Etta H. E. and Zuba V. Variation of grain weight – ear –1 and -plant –1 and 1000-grain weight traits of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties under the effect of different treatments.

5. Mazurenko, B. O., Novytska, N. V. Total dry matter accumulation and net photosynthetic productivity of triticale crops during late autumn sowing and nitrogen fertilization. *Tavriyskiy naukoviy visnyk*. 2020. 111. P. 105–111. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.14>.

6. Methodology of state variety testing of agricultural crops / ed. V. V. Volkodava. Kyiv, 2000, Issue 1. 100 p.

7. A study of factors influencing the water absorption capacity of Canadian hard red winter wheat / H. Sapirstein et al. *Journal of Cereal Science*. 2018. Vol. 81. P. 52–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.01.012>.

8. Compensatory Effect of the ScGrf3-2R Gene in Semi-Dwarf Spring Triticale (*x Triticosecale Wittmack*) / A. G. Chernook et al. *Plants*. 2022. 11 (22). 3032. <https://doi.org/10.3390/plants11223032>.

9. Genetic architecture underpinning yield component traits in wheat / S. Cao et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2020. Vol. 133. P. 1811–1823. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03562-8>.

10. Genome-wide association study for in vitro digestibility and related traits in triticale forage / A. De Zutter et al. *BMC Plant Biology*. 2024. 24 (1). <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04927-7>.

11. Grain yield response of facultative and winter triticale for late autumn sowing in different weather conditions / B. Mazurenko et al. *Agronomy Research*. 2020. 18 (1). 183–193. <https://doi.org/10.15159/AR.20.008>.

12. Grebennikova, I., Stepochkin, P. Optimization of the breeding process of lodgingresistant varieties of spring triticale. VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, *Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023)*. 2023. Vol. 390. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339003008>.

13. Identification of a candidate gene for a QTL for spikelet number per spike on wheat chromosome arm 7AL by high-resolution genetic mapping / S. Kuzay et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2019. Vol. 132. Issue 9. P. 2689–2705. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03382-56>.

14. Janczak-Pieniasek, M. The Influence of Cropping Systems on Photosynthesis, Yield, and Grain Quality of Selected Winter Triticale Cultivars. *Sustainability*. 2023. 15, 11075. 1–8. <https://doi.org/10.3390/su151411075>.

15. Linchevs'kyj, A. & Legkun, I. A new attitude to barley culture and selection in the conditions of climate change. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2020. 98 (9), 34–42. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-05>.

16. Okon E., Etta H. E. and Zuba V. Variation of grain weight – ear –1 and -plant –1 and 1000-grain weight traits of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties under the effect of different treatments. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*. 2016. Vol. 3 (4). P. 24–29.

European Journal of Pharmaceutical and Medical Research. 2016. Vol. 3 (4). P. 24–29.

17. Review on nutritional benefits of triticale / S. Kamanova et al. 2023. *Czech J. Food Sci. Czech J. Food Sci.* 2023, 41 (4). P. 248–262. DOI: 10.17221/67/2023-CJFS.

18. Shortening generation times for winter cereals by vernalizing seedlings from young embryos at 10 degree Celsius / Z. Zheng et al. *Plant Breeding*. 2023. 242 (2). 202–210. <https://doi.org/10.1111/pbr.13074>.

19. The effects of forage removal on biomass and grain yield of intermediate and spring triticales / F. Giunta et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 200. P. 47–57. doi:10.1016/j.fcr.2016.10.002.

20. Triticale for late autumn sowing / S. V. Chernobai et al. *Feeds and Feed Production*. 2019. No. 88. P. 44–49. <http://dx.doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo201988-06>.

21. Tromsyuk, V. D., Bugayov, V. D. The level of heterosis and the degree of phenotypic dominance of the main traits of productivity in the f1 winter tritical. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*. 2021. 43 (1), 49–54. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.7>.

22. Vernalization in wheat I. A model-based on the interchangeability of plant-age and vernalization duration / S. Y. Wang et al. *Field Crops Research*. 1995. Vol. 41, Issue 2. P. 91–100. doi: 10.1016/0378-4290(95)00006-c.

23. Yan W., Wallace D. H., Ross J. A model of photoperiod × temperature interaction effects on plant development. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 1996. Vol. 15, Issue 1. P. 63–96. Doi: 10.1080/07352689609701936.

17. Review on nutritional benefits of triticale / S. Kamanova et al. 2023. *Czech J. Food Sci. Czech J. Food Sci.* 2023, 41 (4). P. 248–262. DOI: 10.17221/67/2023-CJFS.

18. Shortening generation times for winter cereals by vernalizing seedlings from young embryos at 10 degree Celsius / Z. Zheng et al. *Plant Breeding*. 2023. 242 (2). 202–210. <https://doi.org/10.1111/pbr.13074>.

19. The effects of forage removal on biomass and grain yield of intermediate and spring triticales / F. Giunta et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 200. P. 47–57. doi:10.1016/j.fcr.2016.10.002.

20. Triticale for late autumn sowing / S. V. Chernobai et al. *Feeds and Feed Production*. 2019. No. 88. P. 44–49. <http://dx.doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo201988-06>.

21. Tromsyuk, V. D., Bugayov, V. D. The level of heterosis and the degree of phenotypic dominance of the main traits of productivity in the f1 winter tritical. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*. 2021. 43 (1), 49–54. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.7>.

22. Vernalization in wheat I. A model-based on the interchangeability of plant-age and vernalization duration / S. Y. Wang et al. *Field Crops Research*. 1995. Vol. 41, Issue 2. P. 91–100. doi: 10.1016/0378-4290(95)00006-c.

23. Yan W., Wallace D. H., Ross J. A model of photoperiod × temperature interaction effects on plant development. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 1996. Vol. 15, Issue 1. P. 63–96. Doi: 10.1080/07352689609701936.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-2

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.89:633.11:631.559

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОСТИМУЛЯТОРА ТА ГУМУСНОГО ДОБРИВА НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**А. О. Дубицька, О. Й. Качмар, О. Л. Дубицький, 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:

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

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

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

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:
28 серпня 2024 р.
Погоджено до друку:
16 вересня 2024 р.

В умовах польового дослідження вивчено вплив біологізованих систем удобрення (БСУ) з вмістом гумусного добрива (ГД) на врожайність та якість зерна пшениці озимої. Встановлено, що використання систем удобрення в складі соломи кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + біостимулятор (БС) або $N_{150}P_{120}K_{120}$ та позакореневе дворазове внесення ГД позитивно вплинуло на формування продуктивного стеблестю, кількості зерен в колосі, маси 1000 зерен. Величини перелічених показників зросли на 48–65 %, 89–109 %, 43–45 %, відповідно, проти контролю. Разом з тим, значення мас 1000 зерен виявились близькими в обох проаналізованих варіантах (38,2 та 38,8 г). Запропоновано гіпотезу про те, що остання серед зазначених закономірностей зумовлена приблизно однаковими рівнями “ефекту розведення”, і, отже близькими величинами декрементів виповненості зернівок рослин обох дослідних варіантів. Також не виключеним є приблизно однаковий внесок збільшення продуктивного стеблестю у кінцеву величину вказаного ефекту. До найбільш ефективних у напрямку підвищення врожайності пшениці озимої належать варіанти з дворазовою обробкою посівів ГД на фоні соломи кормових бобів і з додаванням $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС або $N_{150}P_{120}K_{120}$. Приріст врожаю проти контролю у першому серед перелічених варіантів становив 2,65 т/га, а в другому – 3,00 т/га. Констатовано доцільність твердження, що приріст урожаю в результаті дії на відповідну дослідну систему самого лише ГД, становив 0,36 т/га (відносно варіанту аналогічного складу, але без ГД). Відзначено ефективність впливу БСУ, тобто альтернативної системи удобрення, на якісні показники зерна. Сумісне використання соломи кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС та дворазове позакореневе внесення ГД сприяло отриманню зерна з вмістом клейковини 25,9 %, загального білка 12,2 %, та мікроелементів (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo) в межах гранично допустимих норм. Очевидно, що використання елементів біологізації систем удобрення, зокрема ГД, для вирощування пшениці озимої може бути релевантним заходом для підвищення врожайності та поліпшення якості зерна.

Ключові слова: біологізовані системи удобрення (БСУ), пшениця озима, врожайність, кількість зерен в колосі, маса 1000 зерен, продуктивний стеблестій, клейковина, вміст загального білка, мікроелементи.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Дубицька А. О., Качмар О. Й., Дубицький О. Л., Вавринович О. В., Щерба М. М., 2024

The influence of fertiliser systems with biostimulation and humus fertilizer on the yield and grain quality of winter wheat

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

About authors:

Anhelina DUBYTSKA
ORCID: 0000-0002-5685-0237

Oksana KACHMAR
ORCID: 0000-0002-0382-6030

Alexander DUBYTSKYI
ORCID: 0000-0002-8293-4119

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 28, 2024

Accepted:

September 16, 2024

The effect of biologized fertiliser systems (BFS) containing humus fertiliser (HF) on the yield and grain quality of winter wheat was studied in a field experiment. It was found that the use of fertiliser systems consisting of fodder bean straw + N₉₀P₆₀K₆₀ + biostimulator (BS) or N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀ and double foliar application of HF had a positive effect on the formation of productive stems, the number of grains in an ear and the weight of 1000 grains. The values of the listed indicators were increased by 48–65 %, 89–109 %, and 43–45 %, respectively, against the control. At the same time, the values of the weight of 1000 grains were close in both analyzing variants (38.2 g and 38.8 g). A hypothesis is proposed that the last of the specified regularities is due to approximately equal levels of the “dilution effect” and, consequently, close sizes of the plant's grain fullness decrements in both experimental variants. An approximately equal contribution of the gains in the productive stem stands to the final value of the specified effect is also possible. The most effective in increasing the yield of winter wheat are the variants with double treatment of crops with HF on the background of fodder bean straw and with the addition of N₉₀P₆₀K₆₀ + BS or N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀. The yield gains versus the control in the first of the listed variants was 2.65 t/ha, and in the second – 3.00 t/ha. The appropriateness of the statement that the yield increase is a result of the effect of only HF on the corresponding experimental system was 0.36 t/ha (relative to the variant of a similar composition but without HF) was ascertained. The effectiveness of the influence of a BFS, i.e., alternative fertilisers system, on the quality indicators of grain is noted. The combined use of fodder bean straw + N₉₀P₆₀K₆₀ + BS and double foliar application of HF contributed to obtaining grain with a gluten content of 25.9 %, total protein of 12.2 % and microelements (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo) within the maximum permissible limits. It is obvious that the use of biologization elements of fertiliser systems, in particular HF, for growing winter wheat can be a relevant measure for increasing yields and improving grain quality.

Keywords: biologized fertilising systems (BFS), winter wheat, yield, number of grains per ear, weight of 1000 grains, productive stem, gluten, total protein content, microelements.

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

Вступ. Проблема виробництва високоякісного зерна пшениці озимої в умовах виходу України на міжнародні зернові ринки має актуальне значення. Одним зі способів підвищення його якості є впровадження в виробництво високоефективних конкурентоспроможних технологій вирощування цієї культури [10]. Експериментальні дані та результати досліджень вітчизняних і закордонних вчених свідчать про те, що виростити конкурентоспроможну рослинницьку продукцію можна лише на основі науково-

технічного прогресу, який втілюється в системах землеробства сучасними технологіями вирощування сільськогосподарських культур [1, 6, 17].

У нинішніх економічних умовах розв'язання цієї проблеми стримується дефіцитом матеріально-технічних ресурсів, недостатнім використанням генетичного потенціалу сортів, невідпрацьованістю технологій вирощування культур [19, 22, 24].

Надмірна хімізація і виснаження ґрунтів призводить до різкого зниження їх

родючості, тому надзвичайно важливо знизити хімічне навантаження, розкрити невикористані можливості біотехнологій, розробити й впровадити нові методи для екологічної оптимізації захисту рослин. Ці заходи біологізації слід спрямувати на відновлення родючості ґрунтів, підвищення продуктивності та якості зерна озимих колосових [3, 4, 13].

У сучасних умовах гострого дефіциту якісних добрив на основі гною великої рогатої худоби або пташиного посліду, які відповідають вимогам органічного виробництва, набувають актуальності прикладні розробки спрямовані як на покращення родючості ґрунтів, так і на підвищення врожайності культур та їх якості шляхом застосування біоефекторів, зокрема гумусних препаратів як добрив або ретардантів [9, 18, 23]. Вони використовуються як стимулятори росту, оскільки стимулюють обмін речовин, підвищують адаптаційні властивості, активізують біоенергетичні процеси [26]. Гумусові речовини впливають на всі фази мітотичного циклу клітин і сприяють збільшенню мітотичного індексу в 1,5 раза, внаслідок чого активізується коренеутворення і посилюється надходження води й елементів живлення, тому в основі отримання ГД лежать властивості гумусних кислот (каустоболітів) утворювати водорозчинні солі з одновалентними катіонами [5, 8].

В Україні здійснюється виробництво ГД, які використовуються в інноваційних технологіях. Особливо ефективним виявилось застосування універсального добрива “Humim plus”, сировиною якого є екологічно чистий сапропель, що містить органічні та мінеральні компоненти – гумінові кислоти, вітаміни, ферменти, мікроелементи. Використання даного препарату забезпечило зростання врожаю гречки в 1,4–1,8 раз, кукурудзи – в 1,1–1,2 рази, соняшнику в 1,5–2,2 рази [15].

Ряд вчених проаналізували вплив систем удобрення з вмістом ГД або гумінових препаратів на формування врожаю сільськогосподарських культур.

Відзначено підвищення продуктивного стеблостою колосових зернових, кількості зерен в колосі, маси 1000 зерен [2, 12, 20, 29].

Болгарські вчені [11, 14] дослідили вплив ГД “Хумустим” на активність нітратредуктази та вміст пластидних пігментів у гороху та вики. Цей препарат сприяв підвищенню елементів продуктивності бобових культур, а зрештою зростанню їх врожайності.

Окремі дослідження присвячені вивченню впливу ГД на якісні показники сільськогосподарської продукції [7, 15, 27, 28]. Відзначено їх позитивний вплив на вміст клейковини та загального білка в зерні пшениці озимої; однак в літературі небагато повідомлень такого напрямку.

У сучасних умовах ГД використовують як біоефектори в системах удобрення під зернові колосові скомпонованих з соломи зернових або зернобобових з додаванням відповідної дози мінеральних добрив.

В зв'язку з цим метою наших досліджень було вивчення особливостей впливу БСУ з використанням ГД на врожайність та якість зерна пшениці озимої.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2021–2023 рр. у полі пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) сорту Краєвид, висіяної після кормових бобів, в умовах стаціонарного досліду з вивчення наукових основ управління продуктивністю коротко ротаційних сівозмін, Карпатського регіону. Природно-кліматична локалізація зазначеного стаціонарного досліду наступна: зона достатнього зволоження західного Лісостепу України. Схема досліду включає такі варіанти:

1. Контроль (без добрив).
2. Солома кормових бобів.
3. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС (біостимулятор).
4. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД (гумусне добриво).
5. Солома кормових бобів + $N_{150}P_{120}K_{120}$ + ГД.

Вносили ГД – двічі за вегетацію (весняне кущення та вихід в трубку) в дозі 1,5 л/га. ГД “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 в ґрунті, так і корисний для рослин.

Для поліпшення гормональної регуляції росту озимих зернових, для послаблення стресових ситуацій використовували БС (“Міллерплекс”), який містить натуральні цитокиніни. Гормональна стимуляція розвитку відбувається на клітинному рівні. Склад препарату наступний: азот (амідна форма) – 3,0 %; доступний фосфор (P₂O₅) – 3 %; калій (K₂O) – 30 % екстракт водоростей (*Ascophyllum nodosum*). До складу входять також амінокислоти, специфічні вуглеводи, які покращують імунну систему рослин, а також мікроелементи в хелатованій формі.

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

Врожай обліковували методом пробних снопів. Елементи структури

врожаю визначали за В. О. Єщенко та ін. [16]. Вміст мікроелементів визначали на флуоресцентному спектрофотометрі TLFA в проточному гелії високої чистоти вміст клейковини за (ДСТУ 135-86-68) та вміст загального білка (розчинний у суміші 0,2 % NaOH + 60 % етанол) – за Лоурі.

Статистичну обробку даних, зокрема розрахунок НР_{0,05}, проводили з використанням програмного пакета Microsoft Office Excel 14.0.7128.5000 (MS Office 2010; Microsoft Corporation, Redmond, Washington, United States).

Результати та обговорення. Аналіз даних, щодо впливу БСУ з вмістом ГД на структурні показники врожаю пшениці озимої свідчать про високу ефективність застосування цих заходів. Формування оптимальної величини стеблестою пшениці озимої є основним елементом високопродуктивного агрофітоценозу. На природному фоні (контроль – без добрив) величина продуктивного стеблестою була на рівні 214 од/м².

При заорюванні соломи кормових бобів кількість продуктивних стебел збільшилась на 32 одиниці. За умов внесення мінеральних добрив N₉₀P₆₀K₆₀ на фоні соломи бобів + БС сформувався вищий рівень продуктивного стеблестою, на 31 %, в порівнянні з контролем. Додавання (дворазове) ГД на вищевказаному фоні забезпечило зростання кількості продуктивних стебел до рівня 318 од/м². В середньому за роки досліджень їх кількість у варіанті 5 виявилась максимальною (табл. 1).

1. Вплив БСУ з вмістом ГД на елементи структури врожаю пшениці озимої 2021–2023 рр. (середнє)

№ з/п	Системи удобрення	Кількість продуктивних стебел, од./м ²	Кількість зерен у колосі, од.	Маса 1000 зерен, г
1	Контроль (без добрив)	214	19	26,6
2	Солома кормових бобів	246	21	27,7
3	Солома кормових бобів + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС	291	31	35,5
4	Солома кормових бобів + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД	318	36	38,2
5	Солома кормових бобів + N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + ГД	355	40	38,8

Вплив досліджуваних систем удобрення вирізнявся також за структурними елементами врожаю (кількість зерен в колосі, маса 1000 зерен). У середньому за роки досліджень за вирощування пшениці озимої на фоні: солома кормових бобів + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС одержано приріст кількості зерен в колосі, порівняно з контролем – 12 одиниць. Найбільшу кількість зерен в колосі отримано у варіантах за використання альтернативних джерел органічних речовин, а саме – внесення ГД у варіантах 4 та 5 (табл. 1).

Застосування ГД для позакореневого підживлення рослин на варіантах 4 та 5 сприяло підвищенню маси 1000 зерен, однак рівень цих показників виявився близьким, що може бути наслідком збільшення продуктивних стебел в посівах та кількості зерен в колосі в варіанті 5.

Дослідженнями визначено, що використання БСУ з внесенням ГД позитивно впливали на врожайність

пшениці озимої. У 2021 р. вона становила 4,58–5,20 т/га, у 2022 р. – 4,93–5,62 т/га і у 2023 р. – 5,86–6,12 т/га (табл. 2). Різниця показників урожайності за роки досліджень обумовлена впливом погодних умов у період вегетації, хоча загалом вони були досить сприятливими для вирощування пшениці озимої; в контрольному варіанті продуктивність культури в середньому становила 2,56 т/га, а заорювання соломи кормових бобів (варіант 2) сформувало приріст до контролю – +0,16 т/га. Система удобрення, що включала солому кормових бобів + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС сприяла зростанню врожайності пшениці на 2,29 т/га проти контролю; внесення (двічі за вегетацію) ГД на базовому фоні збільшило врожайність культури на 0,36 т/га, проти варіанту 3. Альтернативна система удобрення, де кількість мінеральних добрив збільшена до рівня N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀ + солома кормових бобів + ГД сприяла найбільшому зростанню урожайності – у 2,1 раза проти контролю (відсутність удобрення).

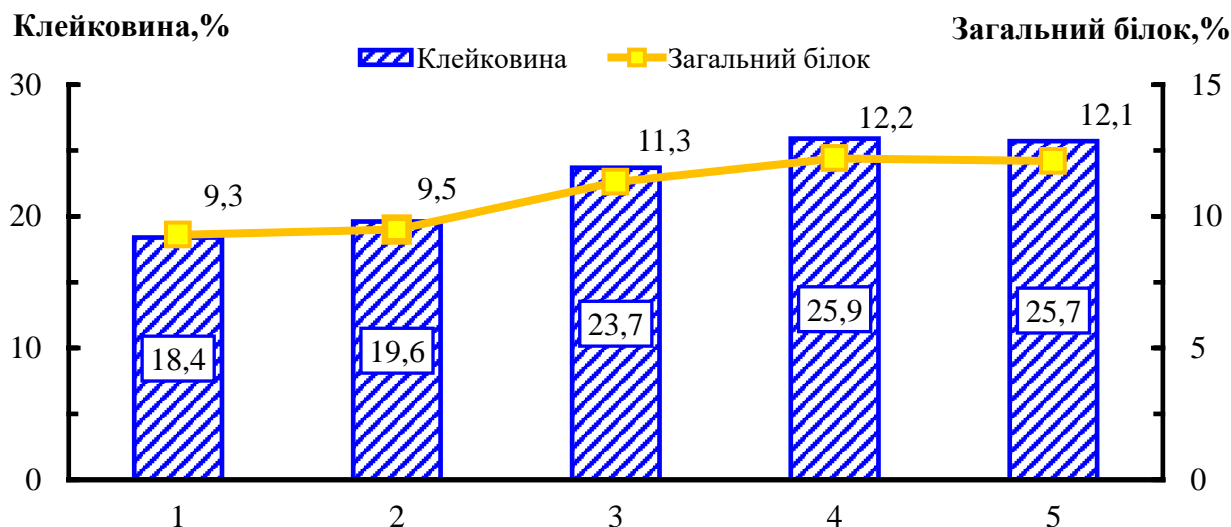
2. Урожайність пшениці озимої за БСУ з вмістом ГД (2021–2023 рр.), т/га

№ з/п	Системи удобрення	Роки			Середнє за 3 роки	+/- до контролю
		2021	2022	2023		
1	Контроль (без добрив)	2,17	2,70	2,81	2,56	–
2	Солома кормових бобів	2,32	2,77	3,07	2,72	+0,16
3	Солома кормових бобів + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС	4,40	4,76	5,39	4,85	+2,29
4	Солома кормових бобів + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД	4,58	4,93	6,12	5,21	+2,65
5	Солома кормових бобів + N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + ГД	5,20	5,62	5,86	5,56	+3,00
НІР _{0,05}		0,17	0,18	0,19		

Застосування БСУ у складі з гумусним відзначалось також позитивним впливом на якісні параметри зерна пшениці озимої, зокрема на вміст клейковини, загального білка, мікроелементів.

Уміст клейковини підвищує харчову цінність хлібопекарських властивостей, товарний вигляд хліба. Від клейковини залежить його об'ємний вихід, пористість, смак і аромат. На природному фоні, без внесення добрив отримано вміст

клейковини в зерні 18,4 % (рис. 1). За БСУ з наповненням: солома кормових бобів + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС отримано 23,7 % клейковини. Найбільший вміст сирової клейковини в зерні відзначено на варіантах 4 та 5, де використана дворазова позакоренева обробка посівів ГД (рис. 1) він виявився вищим на 7,3–7,5 % проти контролю і на 2,0–2,2 % проти варіанту 3.



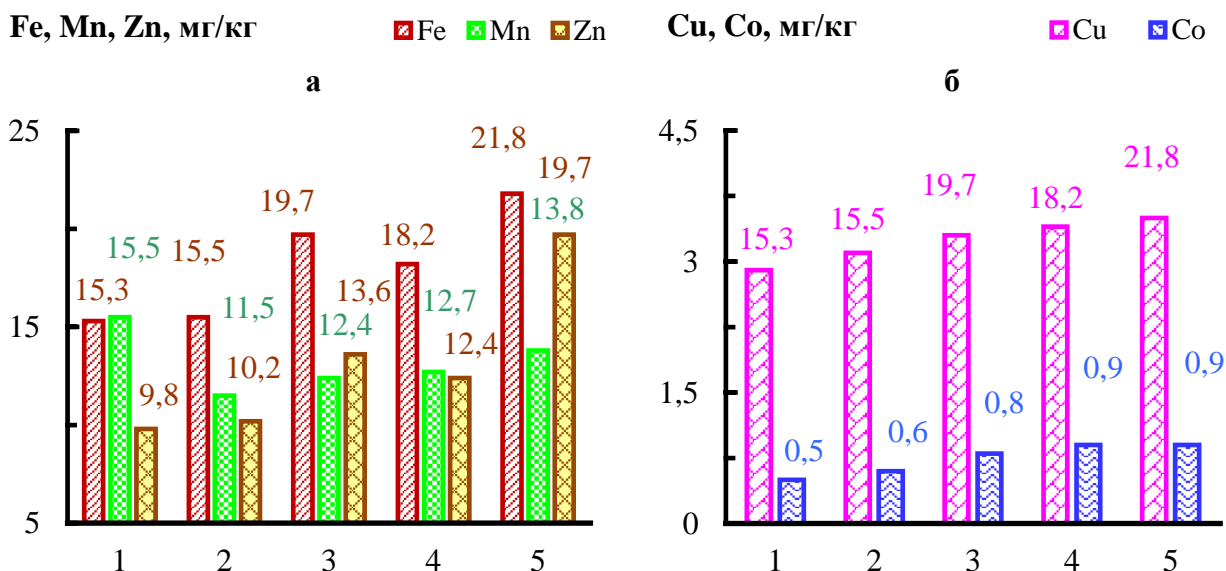
Примітка: За віссю абсцис (категорій) – дослідні системи удобрення наступного змісту: 1 – контроль (без добрив); 2 – солома кормових бобів; 3 – солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС; 4 – солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД; 5 – солома кормових бобів + $N_{150}P_{120}K_{120}$ + ГД.

Рис. 1. Вплив систем удобрення на вміст клейковини та загального білка, % (середнє за 2021–2022 рр.)

Згадані композиції з внесенням ГД (варіант 4 та 5) аналогічно вплинули на вміст загального білка в зерні, кількість якого збільшилась до 12,1–12,2 % (рис. 1).

Слід зауважити, що представлені якісні показники зерна (вміст клейковини й

загального білка) у варіантах 4 та 5 були близькими, що може вказувати на більш виражену ефективність ГД на оптимальному фоні мінеральних добрив ($N_{90}P_{60}K_{60}$).



Примітка: а, б – уміст у зерні Fe, Mn, Zn або Cu, Co, відповідно. За віссю абсцис (категорій) – дослідні системи удобрення наступного змісту: 1 – контроль (без добрив), 2 – солома кормових бобів, 3 – солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС, 4 – солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД, 5 – солома кормових бобів + $N_{150}P_{120}K_{120}$ + ГД.

Рис. 2. Уміст мікроелементів у зерні пшениці озимої за БСУ з вмістом ГД, мг/кг (середнє за 2022–2023 рр.)

Мікроелементний склад сільськогосподарської продукції – важливий показник її біологічної цінності. Відхилення вмісту мікроелементів від оптимального убик збільшення, або зменшення відчують люди й тварини. У зв'язку з цим особливого значення набуває вивчення вмісту мікроелементів в сільськогосподарській продукції за БСУ на ґрунтах з достатньою кількістю їх забезпечення, що дозволяє оцінити міру їх накопичення основною продукцією. Уміст мікроелементів в зерні, яке використовується на виробничі цілі, має містити у своєму складі не більше, ніж 5 мг/кг Cu, 50 – Fe і 25 – Zn.

За результатами досліджень з'ясовано, що зерно пшениці озимої найбільше містить заліза, марганцю та цинку. Уміст заліза на варіанті без добрив (1) становить 15,3 мг/кг, внесення мінеральних добрив ($N_{90}P_{60}K_{60}$) на фоні соломи кормових бобів + БС збільшило вміст мікроелемента на 4,4 мг/кг проти контролю. На фоні БСУ з додаванням ГД (варіант 4) вміст заліза в порівнянні з контролем виявився на 2,9 мг більшим, а щодо варіанту 3 на 1,5 мг меншим, що вказує на здатність ГД адсорбувати надлишки заліза, що обумовлено оптимальним рівнем внесених мінеральних добрив та достатньою кількістю елемента в соломі бобів. Потреба рослин у марганці задовольняється сірим лісовим ґрунтом за умов pH_{KCl} (5,0–5,2) повністю, що зумовлює накопичення марганцю рослинами в оптимальних кількостях. Однак тенденційне підвищення вмісту марганцю в зерні пшениці озимої на варіантах з використанням мінеральних добрив (3, 4, 5) присутнє. Уміст цинку в зерні на фоні пшениці озимої майже однаковий на всіх варіантах досліді і за аналогічних систем коливався в межах 13,6–14,8 мг/кг (рис. 2). Уміст міді у зерні пшениці озимої коливався в межах 2,9–5,0 мг/кг. У дослідженнях уміст кобальту, який входить до складу вітаміну B_{12} у зерні підвищується в 1,8 раза за умов

внесення мінеральних добрив в дозах $N_{90}P_{60}K_{60}$ та $N_{150}P_{120}K_{120}$ на фоні соломи кормових бобів + ГД.

В цілому дані представлені на рисунку демонструють, що вміст мікроелементів в зерні пшениці озимої на всіх варіантах досліді не перевищує допустимого рівня.

Висновки. Застосування гумусного добрива (ГД) шляхом дворазової обробки посівів пшениці озимої на фоні соломи кормових бобів з додаванням мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС або $N_{150}P_{120}K_{120}$ мало позитивний вплив на формування продуктивного стеблестю, кількості зерен в колосі та маси 1000 зерен. Величини останнього серед перелічених показників не відрізнялись між указаними зіставленими дослідними варіантами.

Найбільшого зростання врожайності пшениці озимої було досягнуто за умов застосування ГД в поєднанні з мінеральним в дозі $N_{90}P_{60}K_{60}$ на фоні соломи кормових бобів з додаванням БС. Зіставлення ефектів агрономічної продуктивності у разі застосування соломи кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС із додаванням або без ГД засвідчило, що останній з-поміж зазначених біоефекторів у складі багатокомпонентної БСУ володів здатністю істотно підвищувати приріст урожаю пшениці озимої (на 0,36 т/га), відносно контролю.

З метою досягнення досконаліших ознак якості зерна пшениці озимої оптимальним біологізованим підходом доцільно вважати сумісне використання соломи кормових бобів, мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС з позакореневим внесенням ГД у фазах кушення та трубкування. Така біологізована технологія забезпечила одержання зерна рослин з умістом загального білка й клейковини 12,2 та 25,9 % та мікроелементів (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo) в межах гранично допустимих норм.

Список використаної літератури

1. Агроекологічні та економічні аспекти вирощування озимої пшениці в умовах Південного Степу України / Л. В. Андрійченко та ін. *Наукові праці. Екологія*. 2010. Т. 132, № 119. С. 41–44.
2. Бикін А. В., Генгало О. М., Генгало Н. О. Вплив мінеральних добрив та гумату калію на врожайність і якість насіння сої. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2011. Вип. 3–4. С. 15–22.
3. Василенко М. Г. Органо-мінеральні добрива підвищують врожай і поліпшують якість продукції. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (1). С. 22–30.
4. Волкогон В. В. Біологічні аспекти адаптивних систем землеробства. *Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології* / за ред. В. Ф. Камінського. Київ, 2013. С. 95–108.
5. Горовая А. И., Орлов Д. С., Щербенко О. В. Гуминовые вещества. Киев, 1995. 303 с.
6. Грабак Н. Х. Екологічний напрям у землеробстві та його перспектива. *Наукові праці. Екологія*. 2011. Т. 152, Вип. 140. С. 20–25.
7. Дідковська Т. П. Вплив гуматів із сапропелю на якісні показники урожаю овочевих культур. *Вісник аграрної науки Південного регіону*. 2008. Вип. 9, Ч. II. С. 95–100.
8. Довгань О. М., Мандибуря Я. В. Органічне виробництво: сутність, об'єктивна необхідність, ефективність. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 1 (18). С. 200–206.
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. Зубець М. В., Медведєв В. В., Балюк С. А. Розвиток і наукове забезпечення органічного землеробства в європейських країнах. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 10. С. 5–8.
11. Илиева А. В., Василева В. М. Влияние органического удобрения хумустим на нитратредуктазную активность и содержание пластидных пигментов у яровых гороха и вики. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46, № 6. С. 507–515.
12. Короткова І. В., Карасенко В. М. Вплив систем удобрення з гуміновим препаратом на врожайність та прибутковість вирощування пшениці озимої. *Scientific-Progress & Innovations*. 2023. Т. 26, № 3. С. 17–21.
13. Літвінов Д. В. Екобезпечне використання добрив у короткоротаційних сівозмінах Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 3. С. 58–64.
14. Малинова Р. Органічен регулятор і стимулятор за повишаване на добива и качества то на растениевдната продукция. *Хумустим дар от природа. Торът на бъдешето*. София, 2007. Т. 99. С. 13–20.
15. Найдъонова О. Е. Застосування гумінового препарату Humin plus в органічному землеробстві.

References

1. Agroecological and economic aspects of winter wheat cultivation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine / L. V. Andriichenko et al. *Naukovi pratsi. Ekoloziia*. 2010. Vol. 132, No. 119. P. 41–44.
2. Bykin A. V., Henhalo O. M., Henhalo N. O. Effect of mineral fertilizers and potassium humate on yield and quality of soybean seeds. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2011. Issue 3–4. P. 15–22.
3. Vasylenko M. H. Organo-mineral fertilizers increase yields and improve product quality. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2015. Issue 58 (1). P. 22–30.
4. Volkohon V. V. Biological aspects of adaptive farming systems. *Adaptyvni systemy zemlerobstva i suchasni ahrotekhnologii* / edited by V. F. Kamynskyyi. Kyiv, 2013. P. 95–108.
5. Gorovaya A. I., Orlov D. S., Shcherbenko O. V. Humic substances. Kyiv, 1995. 303 p.
6. Hrabak N. Kh. Ecological direction in agriculture and its prospects. *Naukovi pratsi. Ekoloziia*. 2011. Vol. 152, Issue 140. P. 20–25.
7. Didkovska T. P. The influence of humates from sapropel on the quality indicators of vegetable crop yields. *Visnyk ahrarnoi nauky Pivdennoho rehionu*. 2008. Issue 9, Pt. II. P. 95–100.
8. Dovhan O. M., Mandybura Ya. V. Organic production: essence, objective necessity, efficiency. *Stalyi rozvytok ekonomiky*. 2013. No. 1 (18). P. 200–206.
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. Zubets M. V., Medvediev V. V., Baliuk S. A. Development and scientific support of organic farming in European countries. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No. 10. P. 5–8.
11. Iliева A. V., Vasileva V. M. Effect of organic fertilizer humustim on nitrate reductase activity and content of plastid pigments in spring peas and vetch. *Fiziologiya rastenyi i genetika*. 2014. Vol. 46, No. 6. P. 507–515.
12. Korotkova I. V., Karasenko V. M. The influence of fertilization systems with humic preparation on the yield and profitability of winter wheat cultivation. *Scientific-Progress & Innovations*. 2023. Vol. 26, No. 3. P. 17–21.
13. Litvinov D. V. Eco-friendly use of fertilizers in short-rotation crop rotations of the Forest-Steppe. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2014. No. 3. P. 58–64.
14. Malinova R. Organic regulator and stimulator for increasing yield and quality of crop production. *Khumustim dar ot priroda. Torut na budesheto*. Sofiya, 2007. Vol. 99. P. 13–20.
15. Naidonova O. Ye. Application of humic preparation Humin plus in organic farming. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*

Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів. 2015. № 2. С. 39–50.

16. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко та ін. Вінниця, 2014. 332 с.

17. Пиріг Г., Віцентій Х. Сучасні технології екологізації сільськогосподарського виробництва. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції “Вектори інноваційного розвитку освіти, науки і бізнесу в умовах глобальних змін” (м. Тернопіль, 25 трав., 2021 р.). Тернопіль, 2021. С. 84–87.

18. Плетень В. В. Вплив Гуміфілду на якість зерна пшениці озимої. Науковий збірник “Вісник степу”. Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів “Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва в Україні” (м. Кропивницький, 23 березня 2017 р.). Кропивницький, 2017. Вип. 14. С. 82–86.

19. Сайко В. Ф. Сучасні технології вирощування конкурентоспроможного зерна. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”. 2004. Спецвипуск. С. 26–31.

20. Скачок Л. М., Потапенко Л. В., Горбаченко Н. І. Вплив систем удобрення і мікробних препаратів на продуктивність біоенергетичних культур. Сільськогосподарська мікробіологія. 2018. Вип. 28. С. 70–76.

21. Солодушко М. М. Вплив органо-мінеральних добрив на врожайність пшениці озимої після непарових попередників в умовах зони Степу. Зернові культури. 2022. Т. 6, № 1. С. 91–99.

22. Старчевський Ю. І., Старчевський І. П. До питання практичної реалізації в Одеській області світової стратегії екологізації сільського господарства на засадах комплексної біологізації землеробства. Вісник аграрної науки Південного регіону: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Сільськогосподарські та біологічні науки. 2008. Вип. 9, Ч. 1. С. 23–33.

23. Тютюнник Н., Рогач Ю., Погромська Я. Ефективність стимулятора-адаптогену гуміам на посівах пшениці озимої в умовах Донеччини. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції “Інноваційні технології в агропромисловості та природокористуванні: проблеми та перспективи” (с. Шубків, 17 червня 2021 р.). Шубків, 2021. С. 43–44.

24. Химинець В. В. Перспективи еколого-економічного розвитку Карпатського регіону. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка. 2016. Т. 2, Вип. 1 (47). С. 23–29.

25. 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.

imeni V. V. Dokuchaieva. Serii: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv. 2015. No. 2. P. 39–50.

16. Fundamentals of scientific research in agronomy / V. O. Yeshchenko et al. Vinnytsia, 2014. 332 p.

17. Pyrih H., Vitsentii Kh. Modern technologies for greening agricultural production. Materialy IX Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii “Vektory innovatsiinoho rozvytku osvity, nauky i biznesu v umovakh hlobalnykh zmin” (Ternopil, May 25, 2021). Ternopil, 2021. P. 84–87.

18. Pleten V. V. The effect of Humifield on the quality of winter wheat grain. Naukovyi zbirnyk “Visnyk stepu”. Materialy XIII Vseukrainskoi naukovopraktychnoi konferentsii molodykh vchenykh i spetsialistiv “Stan ta perspektyvy rozvytku ahropromysloвого vyrobnytstva v Ukraini” (Kropyvnytskyi, March 23, 2017). Kropyvnytskyi, 2017. Issue 14. P. 82–86.

19. Saiko V. F. Modern technologies for growing competitive grain. Zbirnyk naukovykh prats NNTs “Instytut zemlerobstva NAAN”. 2004. Special issue. P. 26–31.

20. Skachok L. M., Potapenko L. V., Horbachenko N. I. The influence of fertilization systems and microbial preparations on the productivity of bioenergy crops. Silskohospodarska mikrobiolohiia. 2018. Issue 28. P. 70–76.

21. Solodushko M. M. The impact of organomineral fertilizers on the yield of winter wheat after non-fallow predecessors in the conditions of the Steppe zone. Zernovi kultury. 2022. Vol. 6, No. 1. P. 91–99.

22. Starchevskiy Yu. I., Starchevskiy I. P. On the issue of practical implementation in the Odessa region of the world strategy of greening agriculture based on the complex biologization of agriculture. Visnyk ahrovoi nauky Pivdennoho rehionu: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. Silskohospodarski ta biolohichni nauky. 2008. Issue 9, Pt. 1. P. 23–33.

23. Tiutiunyk N., Rohach Yu., Pohromska Ya. Efficiency of the adaptogen stimulant humiam on winter wheat crops in Donetsk region. Materialy Vseukrainskoi naukovopraktychnoi internet-konferentsii “Innovatsiini tekhnolohii v ahrovyrobnytstvi ta pryrodokorystuvanni: problemy ta perspektyvy” (village Shubkiv, June 17, 2021). Shubkiv, 2021. P. 43–44.

24. Khymynets V. V. Prospects for ecological and economic development of the Carpathian region. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: Ekonomika. 2016. Vol. 2, Issue 1 (47). P. 23–29.

25. Shakalii S. M. Quality of soft winter wheat grain at using foliar feeding 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.

26. Ahmad T., Khan R., Khattak T. N. Effect of humic acid and fulvic acid based liquid and foliar fertilizers on the yield of wheat crop. Journal of Plant Nutrition. 2018. Vol. 41, No. 19. P. 2438–2445.

26. Ahmad T., Khan R., Khattak T. N. Effect of humic acid and fulvic acid based liquid and foliar fertilizers on the yield of wheat crop. *Journal of Plant Nutrition*. 2018. V. 41, No. 19. P. 2438–2445.

27. Effect of humic acid on growth and crop nutrient status of wheat on two different soils / R. U. Khan et al. *Journal of Plant Nutrition*. 2018. V. 41, No. 4. P. 453–460.

28. Effect of humic acid spray on growth characteristics of wheat varieties / D. Z. Al-Fayyadh et al. *Journal of Life Science and Applied Research*. 2020. V. 1. No. 1. P. 13–24.

29. Interaction effect of potassium fertilizer, humic acid and irrigation intervals on growth and yield of wheat / A. H. Fahmi et al. *Research on Crops*. 2020. V. 21, No. 1. P. 31–35.

27. Effect of humic acid on growth and crop nutrient status of wheat on two different soils / R. U. Khan et al. *Journal of Plant Nutrition*. 2018. Vol. 41. No. 4. P. 453–460.

28. Effect of humic acid spray on growth characteristics of wheat varieties / D. Z. Al-Fayyadh et al. *Journal of Life Science and Applied Research*. 2020. Vol. 1, No. 1. P. 13–24.

29. Interaction effect of potassium fertilizer, humic acid and irrigation intervals on growth and yield of wheat / A. H. Fahmi et al. *Research on Crops*. 2020. Vol. 21, No. 1. P. 31–35.

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.2.031

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТРАВостою КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ У КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ***Н. І. Козак**

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

Про авторів:

Надія КОЗАК,
аспірант
ORCID: 0000-0002-2809-2432

Для листування:

Надія КОЗАК,
e-mail: k.nadia2807@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

21 серпня 2024 р.

Погоджено до друку:

27 серпня 2024 р.

Дослідження травостою конюшини лучної проводилось у короткоротаційній сівозміні в умовах Західного Лісостепу. Вивчали вплив різних систем удобрення на ботанічний склад, щільність та продуктивність конюшинового травостою. Ґрунт дослідної ділянки – ясно-сірий лісовий поверхнево оглешений. Сівозміна – чотирипільна: кукурудза на силос, ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної, конюшина лучна, пшениця озима. Безпосередньо під травостій конюшини лучної жодних видів удобрення чи вапнування не застосовувалось. Різні види удобрення і вапнування у сівозміні вносились тільки під попередні культури. Частка конюшини лучної у травостої в середньому за два роки становила 53–82 % у першому укосі та 90–96 % у другому. Найвищий відсоток конюшини лучної (82 %) у першому укосі забезпечила органічна система удобрення (10 т гною на 1 га сівозмінної площі), а вапнування 1 н CaCO₃ за гідролітичною кислотністю (Нг) (6 т/га вапна) забезпечило 81 % бобового компонента. За мінеральної системи удобрення (в дозі N₆₅P₆₈K₆₈) сформувався травостій з найнижчою часткою конюшини лучної (53 %). Спостерігається вплив різних систем удобрення і вапнування на щільність травостою. Найбільшу кількість усіх пагонів травостою зафіксовано у варіанті застосування мінеральної системи удобрення (N₆₅P₆₈K₆₈) – 1405 шт./м² у першому укосі та 522 шт./м² у другому. Найбільшу кількість пагонів конюшини лучної (385 шт./м² у першому укосі й 301 шт./м² у другому) відзначено у травостої за вапнування 1 н CaCO₃ за гідролітичною кислотністю (Нг). Дещо меншу кількість пагонів конюшини лучної зафіксовано за органічного удобрення – 378 і 281 шт./м² відповідно у першому і другому укосах. Спостерігається, що збільшення доз мінеральних добрив обумовлює зменшення кількості пагонів конюшини лучної. Вихід сухої маси травостою за всіх видів удобрення досліджуваної сівозміни у першому укосі був вищим за другий (57–65 % врожаю у першому укосі та 35–43 % в отаві). Найвищими показниками урожайності (7,1 т/га сухої маси в першому укосі та 5,1 т/га в отаві) характеризувався конюшиновий травостій, де на 1 га сівозмінної площі під попередні культури вносили мінеральні добрива в дозі N₁₀₅P₁₀₁K₁₀₁, 1 норму вапна за Нг (6 т/га) та органічні добрива (10 т/га гною).

Ключові слова: конюшина лучна, бобові трави, травостій, щільність, ботанічний склад, короткоротаційна сівозміна, урожайність, кореляція.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук Г. Я. Панахид.

© Козак Н. І., 2024

Productivity of red clover grassland depending on the fertilisation system in a short-rotation crop rotation

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

About authors:

Nadiia KOZAK
ORCID: 0000-0002-2809-2432

For corresponding:

Nadiia KOZAK,
e-mail: k.nadia2807@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

August 21, 2024

Accepted:

August 27, 2024

The study of meadow clover was conducted in a short rotation crop rotation in the Western Forest-Steppe. The effect of different fertilisation systems on the botanical composition, density and productivity of the clover stand was studied. The soil of the experimental plot is a light grey forest surface loam. The crop rotation is four-seeded: corn for silage, spring barley with sowing of red clover, red clover, and winter wheat. No fertilisers or liming were applied directly to the red clover. Different types of fertilisers and liming in the crop rotation were applied only to the previous crops. The proportion of red clover in the grassland averaged 53–82 % in the first cut and 90–96 % in the second one over the two years. The highest percentage of red clover (82 %) in the first cut was provided by the organic fertilisation system (10 t of manure per 1 ha of crop rotation area), and liming with 1 norm CaCO_3 by hydrolytic acidity (Hr) (6 t/ha of lime) provided 81 % of the legume component. Under the mineral fertilisation system (in a dose of $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$), a grassland with the lowest proportion of red clover (53 %) was formed. The effect of different fertilisation and liming systems on the density of the grassland was observed. The largest number of all shoots of the grassland was recorded in the variant of the mineral fertilisation system ($\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$) – 1405 pcs/m² in the first cut and 522 pcs/m² in the second one. The largest number of red clover shoots (385 pcs/m² in the first cut and 301 pcs/m² in the second one) was noted in the grassland with liming of 1n CaCO_3 by hydrolytic acidity (Hr). In the first and second mowing, a slightly lower number of red clover shoots was recorded under organic fertilisation – 378 and 281 pcs/m². It is observed that an increase in the doses of mineral fertilisers causes a decrease in the number of red clover shoots. The yield of dry matter of grassland under all types of fertilisations of the crop rotation studied in the first cut was higher than in the second one (57–65 % of the yield in the first cut and 35–43 % in the flock). The highest yields (7.1 t/ha of dry matter in the first cut and 5.1 t/ha in the second one) were recorded for clover grassland, where mineral fertilisers at a dose of $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$, 1 norm CaCO_3 by hydrolytic acidity (Hr) (6 t/ha) and organic fertilisers (10 t/ha of manure) were applied to the previous crops per 1 ha of crop rotation area.

Keywords: red clover, legumes, grassland, density, botanical composition, short-rotation crop rotation, yield, correlation.

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

Вступ. Світ все більше і більше стикається зі збільшенням чисельності людства і, як наслідок, зростає проблема збільшення виробництва харчових продуктів. Задоволення світових потреб у виробництві їжі сьогодні вимагає ще й використання якомога менших ресурсів зі збереженням екологічно чистого природного середовища.

Великий потенціал для досягнення таких завдань сьогодні належить бобовим

культурам, в тому числі конюшині лучній (*Trifolium pretense* L.), яка є основною кормовою бобовою культурою та культивується приблизно на 4 млн га землі в усьому світі як корм для тварин, так і для поліпшення ґрунтів сільськогосподарської системи [31].

В Північній Європі, включаючи Скандинавський регіон, конюшина червона вирощується як основна кормова бобова культура для виробництва силосу [12, 18,

32] і є багатим білковим кормом в раціонах жуйних тварин [23, 34]. Вона добре пристосовується до різних типів ґрунтів [30, 35] та різних кліматичних умов, широко використовується в регіонах з холодним та помірним кліматом (Північна Європа, Канада) [15, 27].

Конюшина червона знайшла своє застосування і в медицині. Рослинний екстракт *Trifolium pratense* має лікувальні властивості [13, 29].

Через нестачу енергоресурсів в Європі та Північній Америці все більше зростає питання щодо використання біомаси пасовищ для виробництва біоенергії [14, 16]. За дослідженнями Конг та ін. [19] й Карлссон та ін. [26] неудобрені суміші злакових трав, конюшини та різнотрав'я можна використовувати як сировину для біогазу.

Бобові культури, зокрема конюшина лучна, мають ряд особливостей, які діють в системі ґрунт – рослина – тварина – атмосфера [27]. Бобові здатні підвищувати вміст азоту й органічної речовини у ґрунті [21], тим самим підвищуючи його родючість. Як наслідок, це дає можливість зменшувати внесення азотних добрив під основні культури та у сівозміні, зменшуючи антропогенне навантаження на ґрунт [20, 24, 27]. Зменшують забур'яненість посівів [22] та викиди парникових газів від виробництва мінеральних добрив [36].

Завдяки здатності фіксувати та переносити азот бобові культури також є важливим інструментом для підвищення стабільності врожайності лук під час посухи [25].

Ніфелер та ін. спостерігали значний потенціал злаково-бобових сумішей у порівнянні зі злаковою монокультурою. У їхніх дослідженнях злаково-бобові суміші з часткою бобових (в т. ч. конюшиною лучною) приблизно від 50 до 70 %, удобрені 50 кг/га азоту в рік часто давали такі ж високі врожаї, як монокультури злакових трав, удобрені в дозі 450 кг/га азоту [33].

За даними багатьох дослідників застосування бобових трав, і конюшини

лучної зокрема, в суміші трав дає можливість збільшувати врожайність травостоїв, які є дешевим і високоякісним кормом для тваринництва, і дозволяє зменшити застосування азотних добрив без зниження врожайності [6, 9, 17, 33].

Науковцями Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН встановлено, що конюшина лучна є незамінним компонентом травосуміші для створення культурних пасовищ. Для формування високопродуктивних фітоценозів на низинних луках Карпатського регіону її доцільно поєднувати із конюшиною повзучою, лядвенцем рогатим та злаковими видами трав [9]. Травосуміш такого складу, за даними Т. І. Марцінка забезпечує високу продуктивність і в умовах Передкарпаття (за внесення повного мінерального удобрення ($N_{60}P_{60}K_{60}$) вихід сухої маси становив 9,08 т/га) [6].

Продуктивність та якість травостоїв значно залежить від щільності трав та їх ботанічного складу [3, 5, 10]. Щільність лучних агрофітоценозів це динамічний показник, який залежить від багатьох факторів. Зокрема, це видовий склад травосумішки, норма висіву, погодні умови, удобрення [2–4, 8, 11]. Усі ці фактори взаємопов'язані. Так дослідження багатьох науковців-луківників свідчать, що найвищу щільність травостою зі злакових багаторічних трав можна отримати за застосування азотних добрив, а щільність травостою, основним компонентом якого є бобові рослини буде вищою при застосуванні лише фосфорно-калійних добрив [5–7, 11, 33] або без застосування добрив [3]. За даними науковців ІСГ Карпатського регіону, які висівали бобові трави, зокрема конюшину лучну у нерозроблену дернину, найменша кількість бобових (40 %) спостерігалась на ділянках досліджень, де застосовувалось повне мінеральне удобрення ($N_{60}P_{60}K_{90}$) [7].

Удобрення має важливий вплив на щільність бобово-злакового травостою та кількість бобових видів у ньому.

Щільність травостою змінюється за укосами використання. За даними фахівців Передкарпатського відділу наукових досліджень ІСГ Карпатського регіону (Н. В. Карасевич) бобові трави забезпечили 30,9–71,5 % щільності бобово-злакового травостою у першому укосі, та 49,6–77,2 % в отаві. При цьому найбільша щільність травостою (1202 шт./м²) у першому укосі та найбільша кількість бобових трав (1116 шт./м²) спостерігались на варіантах за внесення фосфорно-калійних добрив. У другому укосі, за рахунок прискореного галушення бобових трав, щільність травостоїв зростає [4].

За спостереженнями А. Г. Дзюбайла та Н. І. Пилипів в умовах Західного Лісостепу найбільшу щільність багаторічного сіяного бобово-злакового травостою спостерігали на ділянках, де до складу травосумішки разом зі злаками входили конюшина гібридна і лядвенець рогатий, або конюшина лучна й конюшина гібридна. Так, на 1 м² нараховували 1025–1240 і 986–1305 шт. вегетативних пагонів. При цьому на бобові трави припадало лише 15,3–38,6 % травостою, тоді як частка злакових трав становила 57,6–79,9 % [3].

Метою досліджень є визначення основних чинників від яких залежить ботанічний склад, щільність та продуктивність травостою конюшини лучної, вирощеної у короткоротаційній сівозміні. Отримані результати дадуть змогу розробити ефективні способи підвищення урожайності конюшини лучної.

Матеріали і методи. Дослідження травостою конюшини лучної (*Trifolium pratense* L.) у короткоротаційній сівозміні проводились на дослідному полі відділу агрохімії та ґрунтознавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Ґрунт дослідної ділянки – ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний грубопилувато-легкосуглинковий на лесовидних відкладах, орний шар (0–20 см) якого характеризується наступними

усередненими вихідними показниками родючості: рНКСІ 4,2, гідролітична кислотність (за Каппеном) 4,5 мг-екв/100 г ґрунту, обмінна – (за Соколовим) 0,6 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію (за Соколовим) 60,0 мг/кг, доступного фосфору (за Кірсановим) і обмінного калію (за Масловою) відповідно 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту.

Сівозміна чотирирічна із наступним чергуванням культур: кукурудза на силос, ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної, конюшина лучна, пшениця озима. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята для зони Західного Лісостепу.

Під конюшину лучну у короткоротаційній сівозміні жодних видів удобрення чи вапнування не застосовували. Її висівали під покрив ячменю ярого, а різні види удобрення і вапнування у сівозміні вносились під попередні культури.

Ботанічний склад визначали шляхом відбору проб зеленої маси із площі по 0,25 м² із двох несуміжних повторень, які розбирали на ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, різнотрав'я. У відібраних зразках цих же груп визначено щільність травостою шляхом підрахунку кількості пагонів на 1 м².

Облік урожаю проводили суцільним методом з послідовним зважуванням з кожної ділянки, урожайність подавали в абсолютно сухій масі, з попереднім визначенням гігроскопічної вологи висушуванням проби снопа вагою 0,5 кг при температурі 105 °С до постійної ваги [1].

Кореляційну залежність та статистичну обробку проводили за допомогою програми Microsoft Excel та програми Statistica 10.

Результати та обговорення. В середньому за два роки досліджень частка конюшини лучної у травостої становила 53–82 % у першому укосі та 90–96 % у другому.

Слід зазначити, що частка бобового компонента (конюшини лучної) у травостої залежала від видів удобрення та

вапнування у сівозміні. Так, найвищий відсоток бобового компонента (82 %) у першому укосі отримано при застосуванні органічної системи удобрення (10 т гною на 1 га сівозмінної площі), а вапнування 1 н CaCO_3 за гідролітичною кислотністю (Нг) забезпечило 81 % конюшини лучної. Найнижча частка конюшини (53 %) спостерігається за внесення лише мінеральних добрив в дозі $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$. Останнє спостереження підтверджує дослідження багатьох вчених в тому, що

застосування азотних (мінеральних) добрив має негативний вплив на конюшину, а саме, знижує її частку у травостої [3, 4, 28, 33].

Спостерігається помітний вплив різних систем удобрення і вапнування на щільність травостою (табл. 1). Найбільшу кількість пагонів в середньому за два роки досліджень зафіксовано у варіанті застосування мінеральної системи удобрення ($\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$) – 1405 шт./ m^2 у першому укосі та 522 шт./ m^2 у другому.

1. Щільність травостою у короткоротаційній сівозміні залежно від систем удобрення та вапнування, середнє за 2022–2023 рр., шт./ m^2

Удобрєння на 1га сівозмінної площі	Злаки		Бобові		Різнотрав'я		Всього	
	укоси							
	I	II	I	II	I	II	I	II
Без добрив	818	198	261	219	70	34	1149	451
1,0 н CaCO_3 за Нг	271	208	385	301	52	15	708	524
Органічні добрива	454	182	378	281	61	0	893	463
$\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$	1169	320	232	201	3	1	1405	522
$\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ + 1,0 н CaCO_3 за Нг	750	235	293	352	38	1	1081	588
$\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ + 1,0 н CaCO_3 за Нг + органічні добрива	541	415	226	262	59	0	826	677
$\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ + оптим. CaCO_3 (к.-осн.буф.) + органічні добрива	502	519	235	216	133	6	871	742
$\text{N}_{30}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$ + 1,0 н CaCO_3 за Нг + органічні добрива	814	340	377	270	55	0	1246	609
$\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$ + 1,0 н CaCO_3 за Нг + органічні добрива	940	315	258	216	16	0	1215	531
$\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$ + 1,5 н CaCO_3 за Нг	507	220	294	279	19	7	820	506

Найбільшу кількість пагонів конюшини лучної (385 шт./ m^2 у першому укосі й 301 шт./ m^2 у другому) відзначено у травостої за вапнування 1 н CaCO_3 за гідролітичною кислотністю (Нг).

Дещо меншу кількість пагонів конюшини лучної зафіксовано за органічного удобрення – 378 і 281 шт./ m^2 відповідно у першому і другому укосах. Поєднане застосування вапнування, органічних добрив та пів норми мінеральних добрив ($\text{N}_{30}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$) забезпечило 377 та 270 шт./ m^2 в першому і другому укосах відповідно. За збільшення дози мінеральних добрив до $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ за аналогічної системи удобрення кількість

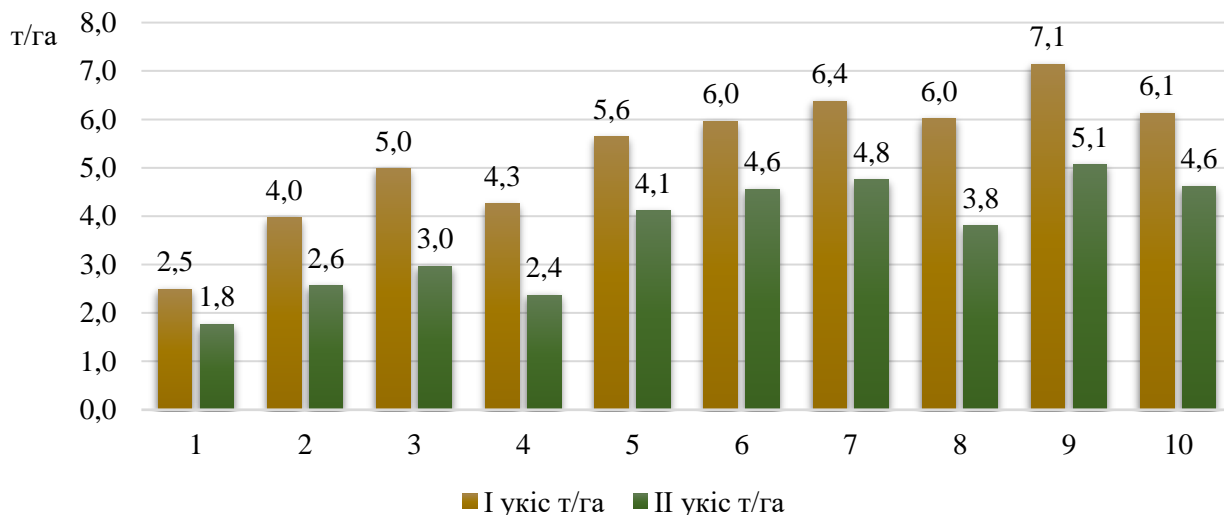
пагонів становила 226 і 262 шт./ m^2 у першому і другому укосі відповідно. Ще більша доза мінеральних добрив ($\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$) цієї ж системи удобрення забезпечила травостій із 258 шт./ m^2 пагонів конюшини лучної в першому укосі й 216 шт./ m^2 у другому.

Аналогічна система удобрення ($\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$, 10 т гною) з оптимальною дозою вапна за кислотно-основною буферністю забезпечила 235 шт./ m^2 пагонів конюшини лучної у першому укосі й 216 шт./ m^2 – у другому.

Система удобрення $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ і 1 н CaCO_3 за Нг дозволила отримати травостій із кількістю пагонів конюшини лучної

293 шт./м² у першому укосі та 352 шт./м² у другому. За внесення мінеральних добрив в дозі N₁₀₅P₁₀₁K₁₀₁ на фоні вапнування 1,5 н CaCO₃ за Нг відмічено 294 шт./м² пагонів у першому укосі та 279 шт./м² – у другому.

Урожайність сухої маси конюшини лучної у короткоротаційній сівозміні залежала від удобрення, вапнування та відрізнялася за укосами надходження (рис. 1).



Примітка: 1 – без добрив; 2 – 1,0н CaCO₃ за Нг; 3 – органічні добрива; 4 – N₆₅P₆₈K₆₈; 5 – N₆₅P₆₈K₆₈ + 1,0 н CaCO₃ за Нг; 6 – N₆₅P₆₈K₆₈ + 1,0 н CaCO₃ за Нг + органічні добрива; 7 – N₆₅P₆₈K₆₈ + оптим. CaCO₃ (к.-осн. буф.) + органічні добрива; 8 – N₃₀P₃₄K₃₄ + 1,0 н CaCO₃ за Нг + органічні добрива; 9 – N₁₀₅P₁₀₁K₁₀₁ + 1,0 н CaCO₃ за Нг + органічні добрива; 10 – N₁₀₅P₁₀₁K₁₀₁ + 1,5 н CaCO₃ за Нг.

Рис. 1. Урожайність сухої маси конюшиного травостою за укосами, середнє за 2022–2023 рр., т/га

За всіх видів удобрення досліджуваної сівозміни у першому укосі вихід сухої маси був значно вищим за другий укіс. Частка урожаю першого укосу становила 57–65 %, а другого 35–43 %.

Найвищими показниками урожайності (7,1 т/га сухої маси в першому укосі та 5,1 т/га в отаві) характеризувався конюшиновий травостій, створений на ділянці, де на сівозмінну площу під попередні культури вносили мінеральні

добрива в дозі N₁₀₅P₁₀₁K₁₀₁, 1 норму вапна за Нг (6 т/га) та органічні добрива (10 т/га гною).

Як показали результати кореляційного аналізу щільність травостою та ботанічний склад слабо корелюють з урожайністю (коефіцієнти кореляції не перевищують 0,3). Однак вихід сухої маси конюшини лучної сильно корелює з удобренням у сівозміні (табл. 2).

2. Кореляційна залежність урожайності травостою від різних видів удобрення та вапнування у сівозміні

Вид удобрення	Коефіцієнт кореляції, r		Коефіцієнт детермінації, d %	
	1 укіс	2 укіс	1 укіс	2 укіс
Вапнування	0,659	0,762	43,4	58,0
Органічні добрива	0,381	0,349	14,5	12,2
Мінеральні добрива	0,742	0,780	55,1	60,8
Всі види удобрень та вапнування	0,759	0,798	57,7	63,7

Даними кореляційного аналізу встановлено, що урожайність конюшинового травостою у першому та другому укосах сильно залежала від застосування органічних, мінеральних добрив та вапнування – коефіцієнт кореляції становив 0,759 в першому укосі та 0,798 у другому. Сильну кореляційну залежність відзначено і від мінеральних добрив. Урожайність отави сильно корелювала з застосуванням вапнування – коефіцієнт кореляції 0,762.

Висновки. Травостій конюшини лучної, висіяної під підсів ячменю ярого, може забезпечити вихід сухої маси на рівні 7,1 т/га сухої маси в першому укосі та

5,1 т/га в отаві, де під попередні культури вносили мінеральні добрива в дозі $N_{105}P_{101}K_{101}$, 6 т/га вапна та 10 т/га гною.

Сформований у чотирипільній сівозміні травостій характеризується високим вмістом конюшини лучної, частка якої, залежно від удобрення, становить 55–75 % у першому укосі та 90–95 % в отаві. Кількість пагонів конюшини лучної коливається в межах 201–385 шт./м² та не значно відрізняється за укосами.

Урожайність сухої маси сильно корелює із застосуванням удобрення та вапнування, причому коефіцієнти кореляції у другому укосі є вищими за перший.

Список використаної літератури

1. Бабич А. О., Кулик М. Ф., Макаренко П. С. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин. Київ : Аграрна наука, 1998. 80 с.
2. Демидась Г. І., Пророченко С. С. Визначення щільності люцернозлакового травостою залежно від видового складу та рівня мінерального живлення в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник уманського національного університету садівництва*. 2017. № 2. С. 51–53. DOI: <https://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletен2017/2/15.pdf>.
3. Дзюбайло А. Г., Пилипів Н. І. Динаміка щільності сіяного травостою залежно від удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (1). С. 80–95. DOI: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/71-1/5.pdf>.
4. Динаміка щільності бобово-злакового травостою залежно від удобрення в умовах Передкарпаття / Н. В. Карасевич та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 67–82.
5. Марцінко Т. І. Вплив удобрення на продуктивність та ботаніко-господарський склад сіяних лучних агроценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). С. 135–145. DOI: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-68-1/10.pdf>.
6. Марцінко Т. І. Формування сіяних лучних фітоценозів Передкарпаття залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 3. С. 35–39. DOI: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2023_03_05.pdf.
7. Машчак Я. І., Кобиренко Ю. О. Ефективність всівання багаторічних бобових трав у нерозроблену дернину. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип. 79 (9). С. 93–97.
8. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Вплив погодних умов на формування продуктивності конюшини лучної

References

1. Babych A. O., Kulyk M. F., Makarenko P. S. Methods of researching fodder production and animal feeding. Kyiv : Agrarna nauka, 1998. 80 p.
2. Demydas H. I., Prorochenko S. S. Determining the density of the alfalfa-cereal grass stand depending on the species composition and level of mineral nutrition in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Visnyk umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2017. No. 2. P. 51–53. DOI: <https://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Buletен2017/2/15.pdf>.
3. Dzyubaylo A. H., Pylypiv N. I. Dynamics of the density of sown grass depending on fertilisers. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2022. Issue 71 (1). P. 80–95. DOI: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/71-1/5.pdf>.
4. The dynamics of the density of legume-cereal herbage depending on fertilisation in the conditions of Precarpathia / N. V. Karasevych et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2024. Issue 75 (1). P. 67–82.
5. Martsinko T. I. The influence of fertilisation on the productivity and botanical and economic composition of sown meadow agrocenoses. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. Issue 68 (I). P. 135–145. DOI: <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-68-1/10.pdf>.
6. Martsinko T. I. Formation of sown meadow phytocenoses of Precarpathia depending on fertilisers. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2023. No. 3. P. 35–39. DOI: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2023_03_05.pdf.
7. Mashchak Ya. I., Kobyrenko Yu. O. Effectiveness of sowing perennial leguminous grasses in undeveloped turf. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2014. Issue 79 (9). P. 93–97.
8. Polovyi A. M., Bozhko L. Yu., Barsukova O. A. The influence of weather conditions on the formation of meadow clover productivity on the Right Bank of the

на Правобережжі Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 38–45. DOI: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2021/02/04.pdf>.

9. 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 (I). С. 9–24. DOI: [https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67\(1\)/1.pdf](https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67(1)/1.pdf).

10. Рудавська Н. М., Ткачук Ю. С. Щільність сіяних фітоценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 59. С. 150–155.

11. Сеник І. І. Вплив удобрення на зміну щільності пагонів злаково-бобової травосумішки. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 258–266.

12. Achievements and challenges in improving temperate perennial forage legumes / P. Annicchiarico et al. *Critical Reviews in Plant Science*. 2015. Vol. 34, P. 327–380. DOI: <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.898462>.

13. Akbaribazm M., Khazaei M. R., Khazaei M. *Trifolium pratense* L. (red clover) extract and doxorubicin synergistically inhibits proliferation of 4T1 breast cancer in tumor-bearing BALB/c mice through modulation of apoptosis and increase antioxidant and anti-inflammatory related pathways. *Food Science & Nutrition*. 2020. Vol. 8, Issue 8. P. 4276–4290. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1724>.

14. Anaerobic mono-digestion of lucerne, grass and forbs – Influence of species and cutting frequency / R. Wahid et al. *Biomass and Bioenergy*. 2018. Vol. 109. P. 199–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.12.029>.

15. Biochemical changes after cold acclimation in Nordic red clover (*Trifolium pratense* L.) accessions with contrasting levels of freezing tolerance / S. Zanutto et al. *Physiologia Plantarum*. 2023. Vol. 175, Issue 4. e13953. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppl.13953>.

16. Bioenergy from permanent grassland – A review: 1. Biogas / A. Prochnow et al. *Bioresource Technology*. 2009. Vol. 100 (21). P. 4931–4944. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.05.070>.

17. Eriksen J., Askegaard M., Sørensen K. Complementary effects of red clover inclusion in ryegrass–white clover swards for grazing and cutting. *Grass and Forage Science*. 2012. Vol. 69, Issue 2. P. 241–250. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12025>.

18. European grasslands overview: Nordic region / Á. Helgadóttir et al. *Grassland science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 15–28.

19. Forbs enhance productivity of unfertilised grass-clover leys and support low-carbon bioenergy / W.-F. Cong et al. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7 (1). P. 1422. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01632-4>.

Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2021. No. 2. P. 38–45. DOI: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2021/02/04.pdf>.

9. The productive potential of meadow phytocenoses as a source of grass fodder for cattle breeding in the Carpathian region / L. M. Buhryn et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2020. Issue 67 (I). P. 9–24. DOI: [https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67\(1\)/1.pdf](https://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-67(1)/1.pdf).

10. Rudavska N. M., Tkachuk Yu. S. Density of sown phytocenoses. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2016. Issue 59. P. 150–155.

11. Senyk I. I. The effect of fertilisers on the change in the density of shoots of a cereal-legume grass mixture. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2010. Issue 66. P. 258–266.

12. Achievements and challenges in improving temperate perennial forage legumes / P. Annicchiarico et al. *Critical Reviews in Plant Science*. 2015. Vol. 34, P. 327–380. DOI: <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.898462>.

13. Akbaribazm M., Khazaei M. R., Khazaei M. *Trifolium pratense* L. (red clover) extract and doxorubicin synergistically inhibits proliferation of 4T1 breast cancer in tumor-bearing BALB/c mice through modulation of apoptosis and increase antioxidant and anti-inflammatory related pathways. *Food Science & Nutrition*. 2020. Vol. 8, Issue 8. P. 4276–4290. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1724>.

14. Anaerobic mono-digestion of lucerne, grass and forbs – Influence of species and cutting frequency / R. Wahid et al. *Biomass and Bioenergy*. 2018. Vol. 109. P. 199–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.12.029>.

15. Biochemical changes after cold acclimation in Nordic red clover (*Trifolium pratense* L.) accessions with contrasting levels of freezing tolerance / S. Zanutto et al. *Physiologia Plantarum*. 2023. Vol. 175, Issue 4. e13953. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppl.13953>.

16. Bioenergy from permanent grassland – A review: 1. Biogas / A. Prochnow et al. *Bioresource Technology*. 2009. Vol. 100 (21). P. 4931–4944. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.05.070>.

17. Eriksen J., Askegaard M., Sørensen K. Complementary effects of red clover inclusion in ryegrass–white clover swards for grazing and cutting. *Grass and Forage Science*. 2012. Vol. 69, Issue 2. P. 241–250. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12025>.

18. European grasslands overview: Nordic region / Á. Helgadóttir et al. *Grassland science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 15–28.

19. Forbs enhance productivity of unfertilised grass-clover leys and support low-carbon bioenergy / W.-F. Cong et al. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7 (1). P. 1422. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01632-4>.

20. Green Manure Comparison between Winter Wheat and Corn: Weeds, Yields, and Economics / Elina M. Snyder et al. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108, Issue 5. P. 2015–2025. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2016.02.0084>.

21. Integrating Legumes as Cover Crops and Intercrops into Grain Sorghum Production Systems / B. Clark et al. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, Issue 4. P. 1363–1378. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2017.05.0293>.

22. Intercropping red clover with intermediate wheatgrass suppresses weeds without reducing grain yield / Eugene P. Law et al. *Agronomy Journal*. 2021. Vol. 114, Issue 1. P. 700–716. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20914>.

23. Lee M. R. F. Forage polyphenol oxidase and ruminant livestock nutrition. *Frontiers in Plant Science*. 2014. Vol. 5. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00694>.

24. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A Review / E. S. Jensen et al. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012. Vol. 32. P. 329–364. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0056-7>.

25. Nitrogen status of functionally different forage species explains resistance to severe drought and post-drought overcompensation / D. Hofer et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2017. Vol. 236. P. 312–322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.11.022>.

26. Perennial species mixtures for multifunctional production of biomass on marginal land / G. Carlsson et al. *GCB Bioenergy*. 2017. Vol. 9 (1). P. 191–201. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12373>.

27. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review / A Lüscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12124>.

28. Red clover for silage: management impacts on herbage yield, nutritive value, ensilability and persistence, and relativity to perennial ryegrass / D. Clavin et al. *Grass and Forage Science*. 2016. Vol. 72. Issue 3. P. 414–431. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12249>.

29. Red Clover. *Trifolium pratense* L. Phytopharmacy: An Evidence-Based Guide to Herbal Medical Products / E. Sarah et al. 2015. Ch. 87. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118543436.ch87>.

30. Responses of mineral nutrient contents and transport in red clover under aluminum stress / Q. Yang et al. *Legume Science*. 2021. Vol. 3. Issue 4. e94. DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.94>.

31. Sindic C. M., Riday H. Using image object recognition to increase biomass in red clover (*Trifolium pratense* L.) breeding. *Crop Science*, 2020. Vol. 60. P. 1770–1781. DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20028>.

32. Steinshamn H., Nesheim L., Bakken A. K. Grassland production in Norway. *Grassland Science in Europe*. 2016. Vol. 21. P. 11–813.

20. Green Manure Comparison between Winter Wheat and Corn: Weeds, Yields, and Economics / Elina M. Snyder et al. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108, Issue 5. P. 2015–2025. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2016.02.0084>.

21. Integrating Legumes as Cover Crops and Intercrops into Grain Sorghum Production Systems / B. Clark et al. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, Issue 4. P. 1363–1378. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2017.05.0293>.

22. Intercropping red clover with intermediate wheatgrass suppresses weeds without reducing grain yield / Eugene P. Law et al. *Agronomy Journal*. 2021. Vol. 114, Issue 1. P. 700–716. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20914>.

23. Lee M. R. F. Forage polyphenol oxidase and ruminant livestock nutrition. *Frontiers in Plant Science*. 2014. Vol. 5. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00694>.

24. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A Review / E. S. Jensen et al. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012. Vol. 32. P. 329–364. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0056-7>.

25. Nitrogen status of functionally different forage species explains resistance to severe drought and post-drought overcompensation / D. Hofer et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2017. Vol. 236. P. 312–322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.11.022>.

26. Perennial species mixtures for multifunctional production of biomass on marginal land / G. Carlsson et al. *GCB Bioenergy*. 2017. Vol. 9 (1). P. 191–201. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12373>.

27. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review / A Lüscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12124>.

28. Red clover for silage: management impacts on herbage yield, nutritive value, ensilability and persistence, and relativity to perennial ryegrass / D. Clavin et al. *Grass and Forage Science*. 2016. Vol. 72. Issue 3. P. 414–431. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12249>.

29. Red Clover. *Trifolium pratense* L. Phytopharmacy: An Evidence-Based Guide to Herbal Medical Products / E. Sarah et al. 2015. Ch. 87. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118543436.ch87>.

30. Responses of mineral nutrient contents and transport in red clover under aluminum stress / Q. Yang et al. *Legume Science*. 2021. Vol. 3. Issue 4. e94. DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.94>.

31. Sindic C. M., Riday H. Using image object recognition to increase biomass in red clover (*Trifolium pratense* L.) breeding. *Crop Science*, 2020. Vol. 60. P. 1770–1781. DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20028>.

32. Steinshamn H., Nesheim L., Bakken A. K. Grassland production in Norway. *Grassland Science in Europe*. 2016. Vol. 21. P. 11–813.

33. Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding / D. Nyfeler et al. *Journal of Applied Ecology*. 2009. Vol. 46, Issue 3. P. 683–691. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01653.x>.

34. The effects of PPO activity on the proteome of ingested red clover and implications for improving the nutrition of grazing cattle / E. H. Hart et al. *Journal of Proteomics*. 2016. Vol. 141. P. 67–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.04.023>.

35. Trait characterization of genetic resources reveals useful variation for the improvement of cultivated Nordic red clover / S. Zanotto et al. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2021. Vol. 207. Issue 3. P. 492–503. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12487>.

36. Walling E., Vaneekhaute C. Greenhouse gas emissions from inorganic and organic fertilizer production and use: A review of emission factors and their variability. *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 276, 111211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111211>.

33. Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding / D. Nyfeler et al. *Journal of Applied Ecology*. 2009. Vol. 46, Issue 3. P. 683–691. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01653.x>.

34. The effects of PPO activity on the proteome of ingested red clover and implications for improving the nutrition of grazing cattle / E. H. Hart et al. *Journal of Proteomics*. 2016. Vol. 141. P. 67–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.04.023>.

35. Trait characterization of genetic resources reveals useful variation for the improvement of cultivated Nordic red clover / S. Zanotto et al. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2021. Vol. 207. Issue 3. P. 492–503. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12487>.

36. Walling E., Vaneekhaute C. Greenhouse gas emissions from inorganic and organic fertilizer production and use: A review of emission factors and their variability. *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 276, 111211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111211>.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-4

Оглядова стаття

УДК 633.34

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В СВІТІ І УКРАЇНІ***Д. В. Мізерник**

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

Про авторів:

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

Для листування:

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

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

12 лютого 2024 р.

Погоджено до друку:

28 червня 2024 р.

Вчені в різних зонах України й континенту проводять науковий пошук для вирішення проблеми виробництва білка, у якій важливе місце відводиться вирощуванню сої. Зерно цієї культури містить: 38–42 % білків, 25–30 % вуглеводів, 18–23 % жирів, а також ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. Соя вирізняється високими показниками якості, різнобічним використанням та універсальністю застосування, ефективністю виробництва. Подано народногосподарське значення соєвої продукції, хімічний склад зерна, сфери використання. Вказано, що більше ніж 80 % у світовому виробництві цієї культури припадає на Бразилію, США та Аргентину. Відзначено збільшення площ посіву за регіонами вирощування в Україні до 1780 тис. га (2023 р.). Наголошено, що селекційна робота в нашій державі спрямована на створення сортів з різною генетичною й морфологічною різноманітністю, відмінністю за тривалістю періоду вегетації, високим рівнем адаптації до умов вирощування. Прогнозується на перспективу вийти на рівень експорту 14,1 млн т і стати другим експортером сої у світі.

Мета досліджень – обґрунтувати сучасний стан, перспективи вирощування сої в світі та Україні, селекційні розробки вітчизняної науки зі створення нових сортів, їх біологічні вимоги до умов вирощування. Методи ґрунтуються на принципах пізнання, об'єктивності, системності, послідовності, комплексності та багатофакторності. Проведено аналіз літературних джерел і на їх основі висвітлено народногосподарське значення, перспективи вирощування сої в світі й Україні та біологічні вимоги культури.

Ключові слова: соя, площа посіву, врожайність, валовий збір, сорти.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

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

© Мізерник Д. В., 2024

Current state and prospects for soybean cultivation in the world and Ukraine

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

About authors:

Dmytro MIZERNYK
ORCID: 0000-0001-6355-2273

For corresponding:

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

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

February 12, 2024

Accepted:

June 28, 2024

Scientists in different areas of Ukraine and the continent are conducting a scientific search to solve the problem of protein production, in which soybean cultivation plays an important role. The grain of this crop contains 38–42 % proteins, 25–30 % carbohydrates, 18–23 % fats, as well as enzymes, vitamins, and minerals. Soybeans are distinguished by high-quality indicators, versatile use versatility of application, and production efficiency. The national economic importance of soy products, the chemical composition of grain, and areas of use are presented. It is indicated that more than 80 % of the world production of this crop comes from Brazil, the USA and Argentina. There was an increase in the sown area by growing region in Ukraine to 1,780 thousand hectares (2023). It is noted that breeding work in our country is aimed at creating varieties with different genetic and morphological diversity, differences in the length of the growing season, and a high level of adaptation to growing conditions. It is predicted to reach an export level of 14.1 million tons and become the second importer of soybeans in the world.

The purpose of the research is to substantiate the current state and prospects for soybean cultivation in the world and Ukraine, breeding developments of domestic science to create new varieties, and their biological requirements for growing conditions. The methods are based on the principles of cognition, objectivity, systematicity, consistency, complexity and multifactoriality. An analysis of literary sources was carried out and, on their basis, the national economic importance, prospects for growing soybeans in the world and Ukraine and the biological requirements of the crop were reflected.

Keywords: soybean, planting area, yield, gross yield, varieties.

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

Найбільшу частку в світовому виробництві олії займає соєва – 28,7 %, у якій 95 % становлять високоенергетичні гліцериди різних жирних кислот [17]. Вона містить життєво важливі компоненти – лецитин, вітаміни: А, В₁, В₂, В₃, В₆, С, D, Е, Р, РР, ряд ферментів (уреаза, уриказа, ліноксидаза та ін.). Напіввисихаюча за йодним числом олія сої придатна для харчового та технічного застосування, тому її широко використовують у хлібопекарській, кондитерській, консервній, м'ясній, молочній та інших видах промисловості [27]. Вона має високу (77–92 %) перетравність та засвоюваність (84–90 %) [6]. У виготовленні соєвого молока використовують шрот і макуху. За смаковими якостями воно рівноцінне коров'ячому і придатне для виготовлення сиру, йогуртів, кефіру, ряжанки [5, 35].

Важливе значення продуктів, виготовлених із сої, у медицині. Вони допомагають у лікуванні багатьох хвороб, зокрема: впливають на ліпідний обмін, відновлюють енергетичний баланс, серцево-судинну систему, знижують артеріальний тиск, запобігають цукровому діабету, утворенню каменів у нирках і жовчному міхурі, розвитку онкологічних захворювань, знижують вміст холестерину, стимулюють дію нервової системи, зміцнюють імунітет людини в цілому [1, 2].

Стійкі позиції сої як продовольчої і кормової культури на зовнішньому аграрному ринку продовжують зберігатися, а потреба щорічно зростає. Основними країнами-виробниками цієї культури є Бразилія, США та Аргентина, частка яких у загальному світовому виробництві становить понад 80 % (зокрема Бразилії –

35–40 %). Загальне світове виробництво сої в сезоні 2022/23, за останніми (червень 2023 р.) оцінками USDA, становило близько 370 млн т порівняно з 360 млн т у попередньому сезоні, а прогноз на 2024 р. має перевищити 400 млн т, що може стати новим абсолютним рекордом [23, 28, 52].

Соя не належить до традиційних культур, які зазвичай вирощували

українські аграрії. Загальна посівна площа в країні за 2010 р. не перевищувала 1 млн га і досягнула найвищого значення впродовж 2015–2017 рр. – приблизно 2 млн га за потреби 2,5–3,0 млн га (табл. 1). У 2022–2023 рр. відбувся як кількісний, так і якісний стрибок у розвитку цього напрямку, високою була прибутковість вирощування для фермерів [29].

1. Посівні площі, врожайність, валовий збір сої в Україні (2020–2023 рр.)

Рік	Площа посіву, га	Урожайність, т/га	Валовий збір, тис. т
2020	1351,0	2,07	2797,0
2021	1310,0	2,64	3493,0
2022	1538,0	2,43	3740,0
2023	1780,0	2,60	4628,0

У сезон 2022/23 рр. за стабільних посівних площ (1,3 млн га) за рахунок нового рекорду врожайності (2,64 т/га) виробництво сої збільшилося (до 3,5 млн т). За останні роки суттєво зросли площі посівів сої в Західному регіоні – на

Хмельниччині (192 тис. га), Тернопільщині (148 тис. га), Львівщині (112 тис. га) (рис. 1).

У структурі посівних площ соя займає все більший відсоток (рис. 2).

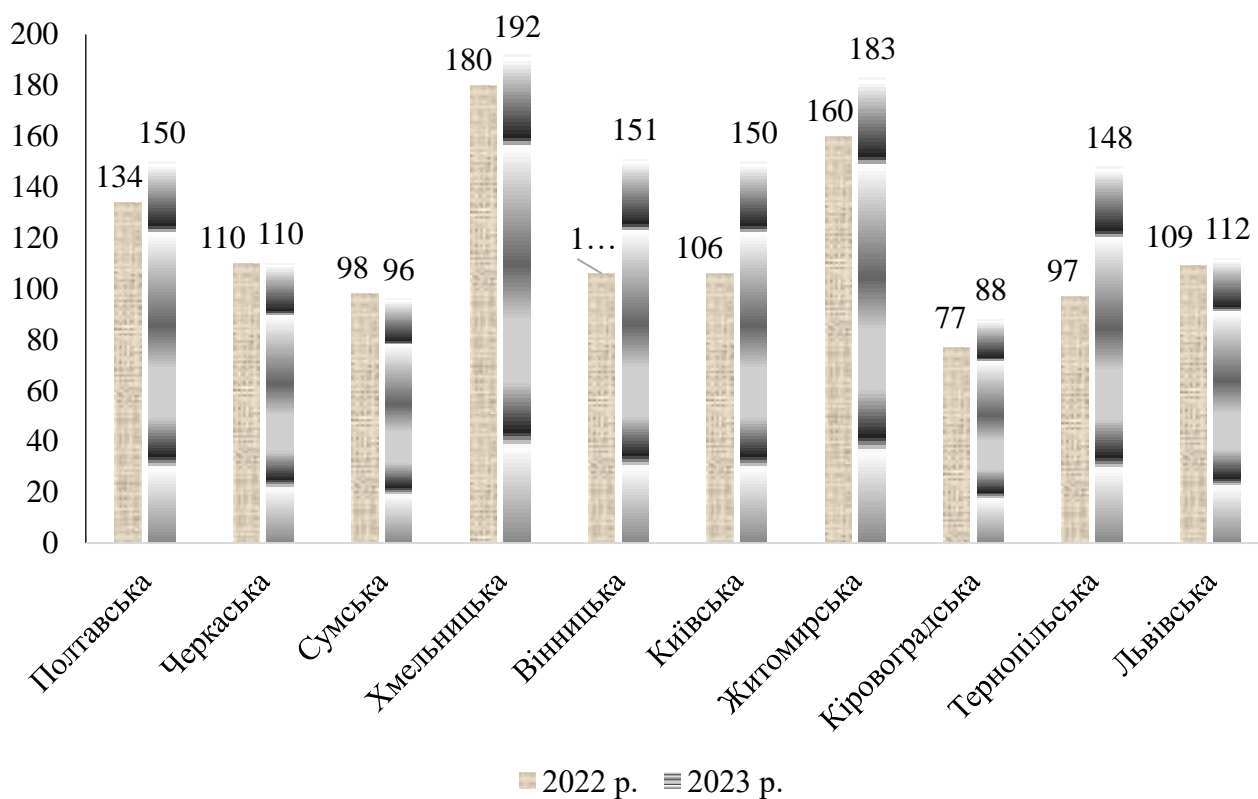
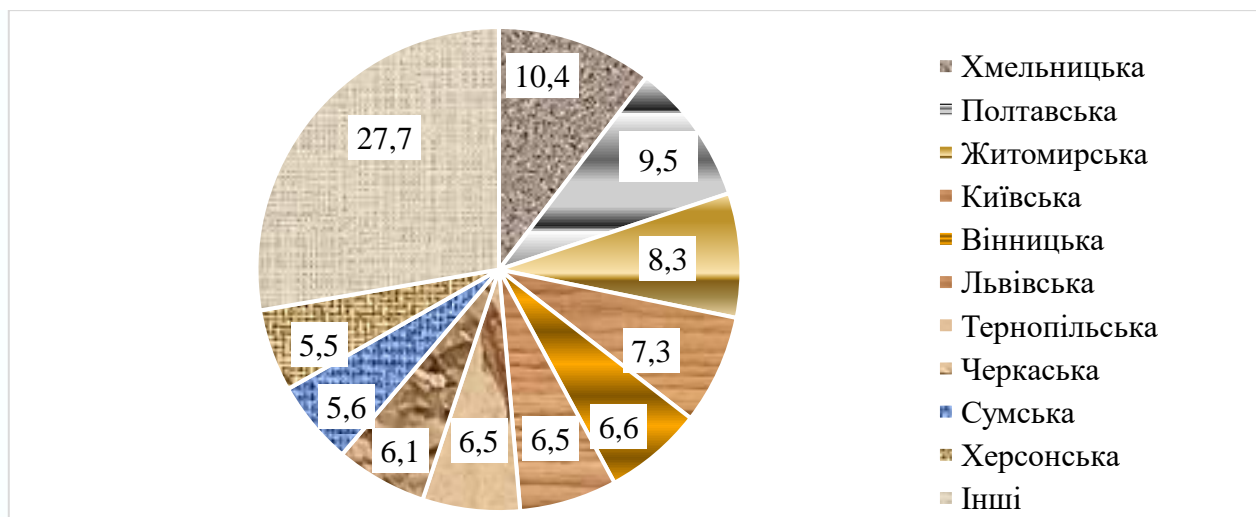


Рис. 1. Динаміка посівних площ сої в Україні (МР 2022/2023)



Примітка. Джерело: оцінка Pro-Consulting.

Рис. 2. Відсоток сої в структурі посівних площ за областями України (2023 р.)

Частка найбільших українських виробників сої у 2022 р. становила: МХП – 22 %, «Астарта» – 19, АТК – 14 %, «Віктор і Ко» (група «Королівський смак») – 7 %, «Фалькон-Агро» (завод «Протеїн Продакшн») – 7 %. На перспективу прогнозується, що Україна знаходиться в достатньо сприятливій логістичній близькості до другого імпортера сої у світі – ЄС, заплановано її експорт у 2023/2024 рр. на рівні 14,1 млн т, що на 230 тис. т більше, ніж показники 2022 р. [19].

Селекційна робота в Україні спрямована на високу потенційну продуктивність, адаптивність (стабільність головних кількісних ознак – компонентів рослини та збору насіння з одиниці площі), скоростиглість (вегетаційний період 107–110 діб), стійкість до вилягання, розтріскування бобів, хвороб, нечутливість до фотоперіоду в зонах Лісостепу та Полісся. Цінні і затребувані у виробництві сорти з високим вмістом у насінні білка та жиру, які швидко скидають листки під час дозрівання, мають високе кріплення нижнього продуктивного вузла, тобто добре пристосовані до механізованого збирання [15, 21, 46].

У системі Національної академії аграрних наук України над створенням нових сортів сої працює ряд установ: ННЦ «Інститут землеробства НААН», Інститут зрошувального землеробства, Селекційно-

генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення, Інститут кормів та сільського господарства Поділля, Інститут сільського господарства Степу, Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону [24].

Отримати стабільну за роками врожайність понад 3–4 т/га сої не ГМ-походження в Україні є реально, і головний резерв успіху полягає в правильному доборі сорту, який буде пластичним до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування, та розкритті його генетичного потенціалу [8, 11, 44].

За таких обставин сорти, які проходять післяреєстраційне вивчення, потрібно оцінювати на ознаки пластичності і стабільності в різних ґрунтово-кліматичних умовах за удосконалених зональних технологій вирощування.

Ряд вчених вважає, що сучасним моделям високоінтенсивних сортів сої за вмістом білка, жиру відповідають: Омега Вінницька, Золотиста, Вінні, Мілленіум, КиВін, Феміда, Тріада, Смолянка, Анатоліївка [10, 18, 26].

Для надання виробникам рекомендацій з добору сортів сої за ознакою вмісту сирого протеїну та олії для вирощування в різних агрокліматичних

зонах ряд вчених здійснив кластеризацію сортів. Для зони Лісостепу виокремлено три кластери: перший – Angelica, SOLENA; другий – Чураївна та ES CHANCELLOR; третій – Acardia й ES COMPOSITOR; для Полісся – перший – Angelica та Чураївна; другий – ES COMPOSITOR та ES CHANCELLOR; третій – RGT SPHINXA та ES BACHELOR [16].

Правильний вибір сорту є однією з вирішальних умов отримання максимальної врожайності [30]. Це найбільш доступний виробництву агрозахід для зниження негативного впливу

лімітуючих факторів зовнішнього середовища, який забезпечує пластичність культури до конкретних умов вирощування. Використання в виробництві екологічно пластичних сортів за технології, що відповідає їх біологічним вимогам, забезпечує підвищення врожайності на 1,5–2,5 т/га [36, 43, 53].

Щорічно до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, вносять нові сорти сої, зокрема у 2023 р. їх було включено десять [13] (табл. 2).

2. Сорти сої, внесені до Державного реєстру в 2023 р.

Сорт	Країна створення сорту	Рік внесення до Державного реєстру	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Група стиглості
ГМАХ 8132	Італія	2023	108–124	середньостиглий
ГМАХ 8004	Італія	2023	105–130	середньостиглий
Зміна	Україна	2023	115–137	середньостиглий
Каприз	Україна	2023	99–111	ранньостиглий
Королева	Україна	2023	117–133	середньостиглий
Мандала	Італія	2023	112–128	середньостиглий
ОАЦ Альмонд	Канада	2023	114–127	середньостиглий
ОАЦ Аттіка	Канада	2023	121–129	середньостиглий
Одеситка	Україна	2023	116–136	середньостиглий
Славна	Україна	2023	114–127	середньостиглий

Для найбільш повного використання потенціалу інтенсивних сортів потрібно вдосконалювати адаптивні технології вирощування [34, 48].

Соя – однорічна культура, в якій період вегетації триває 70–250 діб. Вона характеризується стрижневою кореневою системою з коротким головним коренем та довгими добре розвиненими бічними корінцями. Близько 60–80 % коренів розташовані у верхньому шарі ґрунту (15–20 см), особливо на важких ґрунтах. Це симбіотична культура, в якій через 10 діб після сходів починають формуватися колонії бульбочкових бактерій на коренях (рис. 3).

На симбіоз з рослинами впливає розвиток мікроорганізмів *Rhizobium japonicum*. Залежно від їх кількості, форми

колоній та умов вирощування чисельність утворених бульбочок може становити до 400 шт./роsl. [12, 14, 22, 32, 39, 47].

У сучасних сортів сої висота стебла сягає 60–120 см, воно прямостояче, циліндричне, потовщене з довжиною міжвузлів 3–15 см і кількістю гілок на стеблі 2–5 шт. [38]. Тому за рахунок правильного підбору сорту можна знизити ризику вилягання посівів, отримати рівномірне дозрівання насіння та забезпечити якісне збирання рослин. За типом росту стебла сорти поділяються на три групи: незакінчений, проміжний та детермінантний ріст. Більшість сучасних сортів характеризуються детермінантним типом росту, який завершується з початком цвітіння, після чого на верхівці формується китиця бобів [7, 20].



Рис. 3. Бульбочкові бактерії на кореневій системі сої

За типом нахилу бокових стебел форми куща класифікуються на: розлогу, стиснуту, напівстиснуту, пірамідальну та інші види. Ця ознака обумовлена шириною міжрядь, нормою висіву насіння, погодними умовами року. Справжні листки є складними трійчастими з протилежним розміщенням, наступні – почерговим. Суцвіття – китиця з варіюючою кількістю квіток від 2 до 30 шт./роsl. Цвітіння квіток відбувається одночасно на головному стеблі і бічних гілках. У ранньостиглих сортів сої квітки цвітуть з нижніх ярусів, від 2–3 трійчастого листка до верхівки, у

пізньостиглих і деяких середньостиглих – з середнього ярусу, пазух – 7–9 листка з поширенням вниз і вгору по стеблу. Плід – біб (короткий, прямий або зігнутий) з 2–4 насінинами (рис. 4). Важливою ознакою для сої є висота прикріплення нижніх бобів, яка залежно від сорту може варіювати від 5 до 25 см. Найбільш врожайними є нижні боби, тому господарську цінність мають сорти з кріпленням бобів не нижче ніж 10–12 см від поверхні ґрунту для зниження втрат врожаю [3, 4].



Рис. 4. Структура рослин сої на дослідних ділянках Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (2023 р.)

Насіння характеризується безліччю форм, розмірів і кольорів. Маса 1000 насінин варіює від 50 до 400 г [9].

Важливу роль у розвитку сої відіграють умови освітлення, оскільки за біологічними особливостями це типова рослина короткого дня з підвищеними вимогами до тепла і вологи. Найбільше потребує тепла від проростання до сходів і від цвітіння до формування насіння, з деяким зниженням до його дозрівання. Вирощування сої в широтах з довгим днем впливає на фізіологічні процеси: зокрема затягування початку цвітіння, накопичення великої вегетативної маси та збільшення тривалості вегетаційного періоду, коротке дозрівання проходить за 70–130 діб [40].

Залежно від періоду вегетації для сортів сої потрібна сума активних температур 1800–3400 °С, зокрема для появи сходів – не менше ніж 120–160 °С, хоча рослини можуть переносити зниження температури до –3 °С. Оптимальною для формування репродуктивних органів є температура 21–23 °С, для цвітіння – 22–25 °С, утворення бобів – 20–23 °С, а для дозрівання насіння – 18–20 °С. За нижчих температур від біологічного мінімуму спостерігається сповільнення фізіологічних процесів у рослинах, скорочується або подовжується перебіг окремих фенофаз та періоду вегетації в цілому, особливо такі умови є небезпечними в фазі цвітіння, що призводить до зниження запилення квіток та утворення порожніх бобів [41, 45].

Вимоги до вологи на початкових фазах розвитку рослин незначні і підвищені з фази цвітіння – формування бобів до наливу насіння. За високої вологості повітря сповільнюється ріст, формується менша кількість квіток на рослині, спостерігається абортність квіток і щойно утворених бобів [25, 33, 37].

Список використаної літератури

1. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності / Г. М. Заболотний та ін. Вінниця, 2020. 276 с.
2. Атамась Г. П. Ретроспективний аналіз та стратегія виробництва сої в Україні. *Аграрний вісник Причорномор'я. Біологічні науки*. 2015. Вип.

Ця культура вимагає ґрунтів з високим вмістом гумусу, достатньою аерацією та значенням рН до 6,5, об'ємною масою 1,10–1,25 г/см³. Серед усіх зернобобових вона найбільш виносить з ґрунту поживні речовини, з розрахунку на формування 1 т зерна потреба становить: 50–70 кг азоту, 14–20 фосфору, 28–29 калію, 10 магнію та 20 кг кальцію. Результати досліджень багатьох вчених вказують, що за нестачі рухомих форм мінеральних елементів живлення в ґрунті найефективнішим є їх роздільне внесення під сою [31, 42, 49–51].

Висновки

1. Світове значення сої полягає в забезпеченні населення продовольчими ресурсами, оскільки феномен полягає в тому, що за вегетаційний період ця культура забезпечує два врожаї як білка, так і олії якісного хімічного складу.

2. Висока конкурентоспроможність, низька собівартість білка, великий попит на ринку, доступна ціна для покупця є позитивними характеристиками, які зацікавлюють сільськогосподарських виробників та фахівців інших галузей до вирощування сої в різних ґрунтово-кліматичних умовах і підкреслюють важливість цієї культури.

3. Збільшення сої в структурі посівних площ областей України свідчить про вагоме її значення як попередника, а нарощування обсягів виробництва в зоні Передкарпаття не обмежується гідротермічними показниками і відповідає біологічним вимогам культури.

4. Інноваційні вітчизняні розробки дозволяють виробникам добирати високопродуктивні сорти різних груп стиглості для конкретної ґрунтово-кліматичної зони, підзони та рівнів господарювання.

References

1. Agrobiological principles of soybean cultivation and ways to maximize its productivity / H. M. Zabolotnyi et al. Vinnytsia, 2020. 276 p.
2. Atamas H. P. Retrospective analysis and strategy for soybean production in Ukraine. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria. Biolohichni nauky*. 2015. Issue 78 (2).

78 (2). С. 3–10. URL: <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2009/1/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%9E.%D0%9C.pdf> (дата звернення: 01.02.2024).

3. Бабич А. О., Іванюк С. В., Коханюк Н. В. Ідентифікація рослин за вегетативними ознаками в селекції сої. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 3–7. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2013_76_3 (дата звернення: 01.02.2024).

4. Бабич А. О. Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького ДАУ*. 2000. Вип. 7. С. 10–13.

5. Бабич А., Бабич-Побережна А. Невикористаний потенціал сої. *The Ukrainian farmer*. 2014. URL: http://proseed.com.ua/blog_post2.html (дата звернення: 01.02.2024).

6. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Стратегічна роль сої в розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 11–19.

7. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Колекційні зразки сої – цінний вихідний матеріал для селекції. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. 2018. Вип. 101. С. 9–15. URL: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/4.pdf (дата звернення: 07.02.2024).

8. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Мінливість господарсько цінних ознак сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. Вип. 1. С. 65–72. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.08>.

9. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Формування насінневої продуктивності у колекційних зразків сої в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Вип. 3 (90). С. 87–94. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.12>.

10. Вплив гідротермічних чинників довкілля на врожайність та біохімічний склад насіння сої / С. С. Рябуха та ін. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 115. С. 93–102. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2019.172785>.

11. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 109 (1). С. 76–83. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099>.

12. Глупак З. І. Оптимізація густоти стояння рослин сої залежно від групи стиглості сорту для умов північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 23–25. DOI: [10.31395/2310-0478-2020-2-23-25](https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-2-23-25).

P. 3–10. URL: <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2009/1/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%9E.%D0%9C.pdf> (last accessed: 01.02.2024).

3. Babych A. O., Ivaniuk S. V., Kokhaniuk N. V. Identification of plants by vegetative traits in soybean breeding. *Kormy i kormovyrobntsytyvo*. 2013. Issue 76. P. 3–7. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2013_76_3 (last accessed: 01.02.2024).

4. Babych A. O. Scientific basis of modern technologies for growing soybeans for seeds in the forest-steppe conditions of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho DAU*. 2000. Issue 7. P. 10–13.

5. Babych A., Babych-Poberezhna A. The untapped potential of soybeans. *The Ukrainian farmer*. 2014. URL: http://proseed.com.ua/blog_post2.html (last accessed: 01.02.2024).

6. Babych A. O., Babych-Poberezhna A. A. The strategic role of soybeans in solving the global food problem. *Kormy i kormovyrobntsytyvo*. 2011. Issue 69. P. 11–19.

7. Biliavska L. H., Rybalchenko A. M. Collection samples of soybeans are raw valuable material for selection. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Zemlerobstvo, roslynyntstvo, ovochivnyntstvo ta bashtanntstvo*. 2018. Issue 101. P. 9–15. URL: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/4.pdf (last accessed: 07.02.2024).

8. Biliavska L. H., Rybalchenko A. M. Variability of economically valuable soybean traits in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2019. Issue 1. P. 65–72. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.08>.

9. Biliavska L. H., Rybalchenko A. M. Formation of seed productivity in collection soybean samples in the forest-steppe conditions of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. Issue 3 (90). P. 87–94. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.12>.

10. The influence of hydrothermal environmental factors on the yield and biochemical composition of soybean seeds / S. S. Riabukha et al. *Selektsiia i nasinnyntstvo*. 2019. Issue 115. P. 93–102. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2019.172785>.

11. The influence of weather and climatic parameters on the grain yield of modern soybean varieties in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2019. Issue 109 (1). P. 76–83. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099>.

12. Hlupak Z. I. Optimization of soybean plant density depending on the ripeness group of the variety in the conditions of the northeastern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2020. No. 2. P. 23–25. DOI: [10.31395/2310-0478-2020-2-23-25](https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-2-23-25).

13. State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine / Ukrainyskyi instytut ekspertyzy

13. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні / Український інститут експертизи сортів рослин. URL: <https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr> (дата звернення: 02.02.2024).

14. Ефективність застосування біологічних фунгіцидів у системі захисту сої / С. Я. Кобак та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 68–72. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2017_83_12 (дата звернення: 07.02.2024).

15. Івасик М. В., Бахмат М. І. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Сільськогосподарські науки*. 2022. Вип. 2 (37). С. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>.

16. Кластеризація сортів сої культурної (*Glycine max* (L.) Merrill) за якісними показниками для різних зон вирощування / Л. В. Король та ін. *100-річчя формування національних сортових рослинних ресурсів України: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 29 верес. 2023 р.) / Мінагрополітики, Український інститут експертизи сортів рослин*. Київ, 2023. С. 53–54. URL: <http://confer.uesr.sops.gov.ua/100nsrr> (дата звернення: 07.02.2024).

17. Козючко А. Г., Гавій В. М. Біохімічні показники зерна сої за передпосівної обробки насіння комбінаціями метаболічно активних речовин. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: агрономія та біологія*. 2022. № 2 (48). С. 90–95. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.13>.

18. Кренців Я. І. Мінливість елементів продуктивності у рослин сої гібридів F₁, F₂. *Вісник аграрної науки*. 2019. Вип. 3 (792). С. 82–88. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-13.91>.

19. Лебідь Л. Рекордне вирощування. Куди і як експортуватиметься українська соя. 2023. Верес. URL: <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/rekordne-viroshchuvannya-kudi-i-yak-eksportuvatimetsya-ukrajinska-soy> (дата звернення: 02.02.2024).

20. Матушкін В. О., Мошкова О. М. Методи і результати селекції сої на адаптивність, продуктивність і скоростиглість. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 84–97.

21. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113 (4). С. 85–91. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.12>.

22. Міграція сполук біогенних елементів за використання комплексних інокулянтів для сої / С. Ф. Козар та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 24–28. URL: <https://smic.in.ua/index.php/journal/article/view/111/114> (дата звернення: 02.02.2024).

23. Огляд українського ринку сої – 2022/23. 2023. Лип. URL:

<https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr> (last accessed: 02.02.2024).

14. The effectiveness of the use of biological fungicides in the soybean protection system / S. Ya. Kobak et al. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2017. Issue 83. P. 68–72. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2017_83_12 (last accessed: 07.02.2024).

15. Ivasyk M. V., Bakhmat M. I. Increasing the productivity of soybean grain in Podolia. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika. Silskohospodarski nauky*. 2022. Issue 2 (37). P. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>.

16. Clustering of soybean varieties (*Glycine max* (L.) Merrill) according to quality indicators for different growing zones / L. V. Korol et al. *100-richchia formuvannia natsionalnykh sortovykh roslynnykh resursiv Ukrainy: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (m. Kyiv, 29 veres. 2023 r.) / Minahropolityky, Ukrainyskiy instytut ekspertyzy sortiv roslyn*. Kyiv, 2023. P. 53–54. URL: <http://confer.uesr.sops.gov.ua/100nsrr> (last accessed: 07.02.2024).

17. Koziuchko A. H., Havii V. M. Biochemical parameters of soybean grain during pre-sowing seed treatment with combinations of metabolically active substances. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia: ahronomiia ta biolohiia*. 2022. No. 2 (48). P. 90–95. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.13>.

18. Krentsiv Ya. I. Variability of productivity elements in hybrid soybean plants F₁, F₂. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2019. Issue 3 (792). P. 82–88. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-13.91>.

19. Lebid L. Record growing. Where and how Ukrainian soybeans will be exported. 2023. Veres. URL: <https://agroportal.ua/publishing/lichnyi-vzglyad/rekordne-viroshchuvannya-kudi-i-yak-eksportuvatimetsya-ukrajinska-soy> (last accessed: 02.02.2024).

20. Matushkin V. O., Moshkova O. M. Methods and results of soybean breeding for adaptability, productivity and early maturity. *Seleksiia i nasinnnytstvo*. 2005. Issue 90. P. 84–97.

21. Melnyk A. V., Romanko Yu. O., Romanko A. Yu. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2020. No. 113 (4). P. 85–91. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.12>.

22. Migration compounds of nutrients using complex inoculants for soybeans / S. F. Kozar et al. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2016. Issue 24. P. 24–28. URL: <https://smic.in.ua/index.php/journal/article/view/111/114> (last accessed: 02.02.2024).

23. Review of the Ukrainian soybean market – 2022/23. 2023. Лyp. URL: <http://shareupotential.com/ru/BE/ukrainian-soya-2023.html> (last accessed: 01.02.2024).

<http://shareuapotential.com/ru/BE/ukrainian-soya-2023.html> (дата звернення: 01.02.2024).

24. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В. Наукове забезпечення виробництва кормів в умовах воєнного стану. *Корми і кормовиробництво*. 2022. Вип. 93. С. 10–20. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202293-01.

25. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту / І. С. Поліщук та ін. *Сільське господарство та лісівництво. Рослинництво, сучасний стан та перспективи розвитку*. 2018. № 11. С. 36–43. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/January2020/RHYYNRtliJ3BAzAuOzp5.pdf> (дата звернення: 02.02.2024).

26. Рибальченко А. М. Пластичність та стабільність господарських ознак колекційних зразків сої. *Зрошуване землеробство. Селекція, насінництво*. 2021. Вип. 76. С. 69–74. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.13>.

27. Романько А. Ю. Стан вирощування сої в Україні та Сумській області. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2017. № 9. С. 73–76. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2017_9_16 (дата звернення: 01.02.2024).

28. Січкач В. І. Стан і перспективи розвитку виробництва зернобобових культур у світі та Україні. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення*. 2015. Вип. 26 (66). С. 9–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsgi_2015_26_3 (дата звернення: 01.02.2024).

29. Стариченко Є. М. Продовольча безпека країни як соціально-економічна категорія. *Агросвіт*. 2018. № 13. С. 42–48. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/13_2018/7.pdf (дата звернення: 01.02.2024).

30. Технологічне оцінювання якості насіння сої залежно від сорту / В. В. Любич та ін. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 32–37. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-32-37.

31. Формування продуктивності сої за завчасної обробки насіння фунгіцидами Стандак Топ і Февер та інокуляції ризобіями в день посіву / С. Я. Коць та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2021. Вип. 34. С. 29–43. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.29-43>.

32. Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В. Динаміка густоти стояння та виживаність рослин сої, залежно від мінерального удобрення та інокуляції в умовах Лісостепу Правобережного. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 5 (99). DOI: 10.31548/dopovidi2022.05.004.

33. Циганський В. І. Оптимізація системи удобрення сої на основі використання препаратів біологічного походження в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та*

24. Petrychenko V. F., Korniiichuk O. V. Scientific support for feed production under martial law. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2022. Issue 93. P. 10–20. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202293-01.

25. Field germination of soybean varieties seeds depending on sowing time and soil temperature conditions / I. S. Polishchuk et al. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo. Roslynyntstvo, suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku*. 2018. No. 11. P. 36–43. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/January2020/RHYYNRtliJ3BAzAuOzp5.pdf> (last accessed: 02.02.2024).

26. Rybalchenko A. M. Plasticity and stability of economic traits of soybean collection samples. *Zroshuvane zemlerobstvo. Seleksiia, nasinnnytstvo*. 2021. Issue 76. P. 69–74. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.13>.

27. Romanko A. Yu. The state of soybean cultivation in Ukraine and the Sumy region. *Visnyk Sum'skoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Ahronomiia i biolohiia*. 2017. No. 9. P. 73–76. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2017_9_16 (last accessed: 01.02.2024).

28. Sichkar V. I. State and prospects for the development of grain legume production worldwide. *Zbirnyk naukovykh prats Seleksiino-henetychnoho instytutu – Natsionalnoho tsentru nasinnieznavstva ta sortovyvchennia*. 2015. Issue 26 (66). P. 9–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsgi_2015_26_3 (last accessed: 01.02.2024).

29. Starychenko Ye. M. Food security of the country as a socio-economic category. *Ahrosvit*. 2018. No. 13. P. 42–48. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/13_2018/7.pdf (last accessed: 01.02.2024).

30. Technological assessment of soybean seed quality depending on variety / V. V. Liubych et al. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2020. No. 2. P. 32–37. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-32-37.

31. Formation of soybean productivity with premature treatment of seeds with fungicides Standak Top and Fever and inoculation with rhizobia on the day of sowing / S. Ya. Kots et al. *Sil'skohospodarska mikrobiolohiia*. 2021. Issue 34. P. 29–43. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.29-43>.

32. Furman V. A., Furman O. V., Svystunova I. V. Dynamics of standing density and survival of soybean plants depending on mineral fertilizer and inoculation in the conditions of Pravoberezhny Forest Steppe. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2022. No. 5 (99). DOI: 10.31548/dopovidi2022.05.004.

33. Tsyhanskyi V. I. Optimization of the soybean fertilization system based on the use of preparations of biological origin in the Forest-Steppe Conditions. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo. Roslynyntstvo, suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku*. 2021. No. 21. P. 69–81. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-2-6>.

34. Tsytsiura T. V., Temchenko I. V.,

лісівництво. Рослинництво, сучасний стан та перспективи розвитку. 2021. № 21. С. 69–81. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-2-6>.

34. Цицюра Т. В., Темченко І. В., Барвінченко С. В. Оцінка пластичності та стабільності показників якості насіння сортів сої різного еколого-географічного походження. *Корми і кормовиробництво*. 2021. Вип. 92. С. 104–115. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-10>.

35. Цицюра Т. В., Темченко І. В., Семцов А. В. Статистична оцінка сортового потенціалу сої за показниками якісного хімічного складу насіння в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 87. С. 19–26. DOI: [10.31073/kormovyrobnytstvo201987-03](https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo201987-03).

36. Чинчик О. Підбір сортів – основа сучасної технології вирощування сої. *Аграрна наука та освіта Поділля* : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф. Сектор 2 (м. Кам'янець-Подільський, 14–16 берез. 2017 р.). Тернопіль : Крок, 2017. С. 155–156. URL: http://sophus.at.ua/Conf_2017/Zb_PDATU_03_2017_p1.pdf (дата звернення: 02.02.2024).

37. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change / V. Mazur et al. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, no. 1. P. 54–60. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.54-60](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.54-60).

38. Assessing the influence of row spacing on soybean yield using experimental and producer survey data / J. F. Andrade et al. *Field Crops Research*. 2019. Vol. 230. P. 98–106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.10.014>.

39. Didur I., Pansyryeva H., Telekalo N. Agroecological rationale of technological methods of growing legumes. *The Scientific Heritage*. 2020. No. 52. P. 3–7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroecological-rationale-of-technological-methods-of-growing-legumes> (last accessed: 01.02.2024).

40. Draga M. Influence of new Physiologically Active Substances of natural origin on nitrogen metabolism of winter wheat. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 4. С. 91–95. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2013_4_20 (last accessed: 01.02.2024).

41. Ecological and economic evaluation of varietal resources *Lupinus albus* L. in Ukraine / V. A. Mazur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8 (4). P. 148–153. URL: <https://www.ujecology.com/articles/ecological-and-economic-evaluation-of-varietal-resources-lupinus-albus-l-in-ukraine.pdf> (last accessed: 01.02.2024).

42. Effects of plant density, nitrogen rate and supplemental irrigation on photosynthesis, root growth, seed yield and water-nitrogen use efficiency of soybean under ridge-furrow plastic mulching / Z. Liao et al. *Agricultural Water Management*. 2022. Vol. 268.

Barvinchenko S. V. Assessment of plasticity and stability of quality indicators of soybean varieties of seeds of different ecological and geographical origin. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2021. Issue 92. P. 104–115. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-10>.

35. Tsytsiura T. V., Temchenko I. V., Semtsov A. V. Statistical assessment of soybean varietal potential based on the qualitative chemical composition of seeds in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2019. Issue 87. P. 19–26. DOI: [10.31073/kormovyrobnytstvo201987-03](https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo201987-03).

36. Chynchyk O. The Selection of varieties is the basis of modern soybean growing technology. *Ahrarna nauka ta osvita Podillia* : zb. nauk. pr. Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Sektor 2 (m. Kamianets-Podilskyi, 14–16 berez. 2017 r.). Ternopil : Krok, 2017. P. 155–156. URL: http://sophus.at.ua/Conf_2017/Zb_PDATU_03_2017_p1.pdf (last accessed: 02.02.2024).

37. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change / V. Mazur et al. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, no. 1. P. 54–60. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.54-60](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.54-60).

38. Assessing the influence of row spacing on soybean yield using experimental and producer survey data / J. F. Andrade et al. *Field Crops Research*. 2019. Vol. 230. P. 98–106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.10.014>.

39. Didur I., Pansyryeva H., Telekalo N. Agroecological rationale of technological methods of growing legumes. *The Scientific Heritage*. 2020. No. 52. P. 3–7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroecological-rationale-of-technological-methods-of-growing-legumes> (last accessed: 01.02.2024).

40. Draga M. Influence of new Physiologically Active Substances of natural origin on nitrogen metabolism of winter wheat. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2013. No. 4. P. 91–95. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2013_4_20 (last accessed: 01.02.2024).

41. Ecological and economic evaluation of varietal resources *Lupinus albus* L. in Ukraine / V. A. Mazur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8 (4). P. 148–153. URL: <https://www.ujecology.com/articles/ecological-and-economic-evaluation-of-varietal-resources-lupinus-albus-l-in-ukraine.pdf> (last accessed: 01.02.2024).

42. Effects of plant density, nitrogen rate and supplemental irrigation on photosynthesis, root growth, seed yield and water-nitrogen use efficiency of soybean under ridge-furrow plastic mulching / Z. Liao et al. *Agricultural Water Management*. 2022. Vol. 268. Article no. 107688. DOI: [10.1016/j.agwat.2022.107688](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107688).

43. Financial feasibility and competitiveness levels of soybean varieties in rice-based cropping system of

Article no. 107688. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107688.

43. Financial feasibility and competitiveness levels of soybean varieties in rice-based cropping system of Indonesia / R. Krisdiana et al. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, no. 15. Article no. 8334. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13158334>.

44. Formation of grain yield and quality indicators of soybeans under the influence of fungicidal protection / M. Grabovskiy et al. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, no. 2. P. 66–76. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.26\(2\).2023.66-76](https://doi.org/10.48077/scihor.26(2).2023.66-76).

45. Naydenova G., Georgieva N. Study on seed yield components depending on the duration of vegetation period in soybean. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 25 (1). P. 49–54.

46. Qualitative and quantitative traits associate genetic variability of soybean (*Glycine max*) mutants for expedited varietal improvement program / M. A. Alam et al. *Legume Research*. 2023. Vol. 46, issue 9. P. 1162–1167. DOI: 10.18805/LRF-735.

47. Soybean seed yield response to plant density by yield environment in North America / W. D. Carciocchi et al. *Agronomy Journal*. 2019. Vol. 111, issue 4. P. 1923–1932. DOI: 10.2134/agronj2018.10.0635.

48. Sydiakina O., Ivaniv M. Productivity of soybean varieties of different maturity groups depending on plant density under drip irrigation in the South of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, no. 11. P. 100–110. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.100>.

49. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank Forest-Steppe / I. M. Didur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (1). P. 76–80. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/20670.pdf> (last accessed: 02.02.2024).

50. The effects of management (tillage, fertilization, plant density) on soybean yield and quality in a three-year experiment under Transylvanian plain climate conditions / F. Chețan et al. *Land*. 2021. Vol. 10, no. 2. Article no. 200. DOI: <https://doi.org/10.3390/land10020200>.

51. Tkachuk O., Telekalo N. Agroecological potential of legumes in conditions of intensive agriculture of Ukraine. *Integration of traditional and innovation processes of development of modern science : collective monograph. Chapter «Agricultural sciences»*. Riga, 2020. P. 91–108. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-021-6-33>.

52. Toward a “green revolution” for soybean / S. Liu et al. *Molecular plant*. 2020. Vol. 13, issue 5. P. 688–697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.03.002>.

53. Vasylenko M., Draga M. New Growth Regulator “Ecostym” in Arable Farming of Ukraine. *Environmental and Ecology Research*. 2014. No. 2 (2). P. 76–79. DOI: <https://doi.org/10.13189/eer.2014.020203>.

Indonesia / R. Krisdiana et al. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, no. 15. Article no. 8334. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13158334>.

44. Formation of grain yield and quality indicators of soybeans under the influence of fungicidal protection / M. Grabovskiy et al. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, no. 2. P. 66–76. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.26\(2\).2023.66-76](https://doi.org/10.48077/scihor.26(2).2023.66-76).

45. Naydenova G., Georgieva N. Study on seed yield components depending on the duration of vegetation period in soybean. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 25 (1). P. 49–54.

46. Qualitative and quantitative traits associate genetic variability of soybean (*Glycine max*) mutants for expedited varietal improvement program / M. A. Alam et al. *Legume Research*. 2023. Vol. 46, issue 9. P. 1162–1167. DOI: 10.18805/LRF-735.

47. Soybean seed yield response to plant density by yield environment in North America / W. D. Carciocchi et al. *Agronomy Journal*. 2019. Vol. 111, issue 4. P. 1923–1932. DOI: 10.2134/agronj2018.10.0635.

48. Sydiakina O., Ivaniv M. Productivity of soybean varieties of different maturity groups depending on plant density under drip irrigation in the South of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, no. 11. P. 100–110. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.100>.

49. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank Forest-Steppe / I. M. Didur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (1). P. 76–80. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/20670.pdf> (last accessed: 02.02.2024).

50. The effects of management (tillage, fertilization, plant density) on soybean yield and quality in a three-year experiment under Transylvanian plain climate conditions / F. Chețan et al. *Land*. 2021. Vol. 10, no. 2. Article no. 200. DOI: <https://doi.org/10.3390/land10020200>.

51. Tkachuk O., Telekalo N. Agroecological potential of legumes in conditions of intensive agriculture of Ukraine. *Integration of traditional and innovation processes of development of modern science : collective monograph. Chapter «Agricultural sciences»*. Riga, 2020. P. 91–108. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-021-6-33>.

52. Toward a “green revolution” for soybean / S. Liu et al. *Molecular plant*. 2020. Vol. 13, issue 5. P. 688–697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.03.002>.

53. Vasylenko M., Draga M. New Growth Regulator “Ecostym” in Arable Farming of Ukraine. *Environmental and Ecology Research*. 2014. No. 2 (2). P. 76–79. DOI: <https://doi.org/10.13189/eer.2014.020203>.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-5

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.11:632.937:632.4

**УРОЖАЙНІСТЬ ТА ПОСІВНІ ЯКОСТІ
НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ****Б. А. Олефіренко, О. А. Демидов**

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

Про авторів:

Борис ОЛЕФІРЕНКО,
аспірант
ORCID: 0000-0002-6652-9199

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

Для листування:

Борис ОЛЕФІРЕНКО
e-mail: oleksii.zaima@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
2 липня 2024 р.
Погоджено до друку:
16 серпня 2024 р.

Метою досліджень було вивчити вплив застосування добрив і регулятора росту на урожайність та посівні якості насіння пшениці твердої ярої. За роки досліджень приріст урожайності зерна у сорту МП Ксенія становив 0,34–0,62 т/га, в контролі без добрив урожайність становила 3,26 т/га. Додавання на IV та VIII етапах органогенезу до добрив регулятора росту сприяло врожайності на рівні 3,83–3,87 т/га. У сорту МП Магдалена в контролі урожайність становила 3,15 т/га, у варіантах із підживленням – 3,44–3,78 т/га. Більший приріст урожайності (0,63 т/га) отримано у варіанті $N_{32}P_{32}K_{32} + ((N_{3,7}) + \text{Авангард Р} - \text{Зернові } 2 \text{ л/га})$ на IV і VIII етапах органогенезу з додаванням регулятора росту Брілон (0,8 л/га). На сорті МП Перлина вищий приріст врожайності (0,69 т/га) отримано також у даному варіанті. Загалом при врожайності контролю на рівні 3,29 т/га, у варіантах із підживленням вона становила 3,60–3,97 т/га. Фони живлення сприяли підвищенню посівних якостей насіння. Вихід кондиційного насіння у варіантах із підживленням становив 82,2–88,2 %, в контролях 80,2–82,0 %. Підживлення посівів сприяло підвищенню активності кільчення в отриманого насіння сортів на 2–13 %, енергії проростання – 0–8 %, лабораторної схожості – на 0,5–3,5 %. Більші названі показники були у варіантах із дворазовим підживленням та внесенням регулятора росту. Встановлено, що припосівне внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ і $N_{32}P_{32}K_{32}$ та підживлення у фазах виходу в трубку і колосіння пшениці твердої ярої Карбамідом ($N_{3,7}$) і комплексним добривом Авангард Р – Зернові (2 л/га) сприяють істотному підвищенню врожайності зерна, а також покращують посівні якості отриманого насіння. Відзначено, що додавання на IV і VIII етапах органогенезу на високих фонах живлення ще й регулятора росту значно покращує досліджувані показники якості насіння.

Ключові слова: сорт, добрива, регулятор росту, урожайність, показники якості насіння.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Олефіренко Б. А., Демидов О. А., 2024

Yield and sowing qualities of durum spring wheat seeds depending on nutrition background and growth regulator

The V. M. Remeslo Myronivka
Institute of Wheat of NAAS of
Ukraine
*Tsentrálne village, Obukhiv district,
Kyiv region, 08853*

About authors:

Borys OLEFIRENKO
ORCID: 0000-0002-6652-9199

Oleksandr DEMYDOV
ORCID: 0000-0002-5715-2908

For corresponding:

Borys OLEFIRENKO
e-mail: oleksii.zaima@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

July 2, 2024

Accepted:

August 16, 2024

The aim of the research was to study the impact of fertilizer application and growth regulator on the yield and sowing qualities of durum spring wheat seeds. Over the years of research, the grain yield increase in the variety MIP Kseniia was 0.34–0.62 t/ha, in control without fertilizers the yield was 3.26 t/ha. Addition of growth regulator to fertilizers on IV and VIII organogenesis stage contributed to the yield at the level of 3.83–3.87 t/ha. In the variety MIP Mahdalena in the control the yield was 3.15 t/ha, in variants with additional nutrition – 3.44–3.78 t/ha. A greater increase in yield (0.63 t/ha) was obtained in the variant $N_{32}P_{32}K_{32} + ((N_{3.7}) + \text{Avanhard R} - \text{Zernovi } 2 \text{ l/ha})$ on IV and VIII organogenesis stage with the addition of a growth regulator Brilon (0.8 l/ha). At variety MIP Perlyna, a higher yield increase (0.69 t/ha) was also obtained in this variant. In general, with a control yield of 3.29 t/ha, in additional nutrition variants it was 3.60–3.97 t/ha. Background nutrition contributed to the improvement of seed quality. Yield of conditioned seeds in versions with additional nutrition was 82.2–88.2 %, in controls – 80.2–82.0 %. Fertilization of crops contributed to an increase in the activity of ringing in the resulting seeds of varieties by 2–13 %, germination energy – 0–8 %, laboratory germination – by 0.5–3.5 %. The larger indicators were in variants with double nutrition and the introduction of a growth regulator. It has been determined that the fertilizing application of $N_{16}P_{16}K_{16}$ and $N_{32}P_{32}K_{32}$ and nutrition in the phases of output into the tube and earing of durum spring wheat with Carbamid ($N_{3.7}$) and complex fertilizer Avanhard R – Zernovi (2 l/ha) contribute to a significant increase in grain yield, as well as improve the sowing qualities of the resulting seeds. It is noted that the addition of the growth regulator on IV and VIII organogenesis stage on high backgrounds of nutrition also significantly improves the studied indicators of seed quality.

Keywords: variety, fertilizers, growth regulator, yield, indicators of seed quality.

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

Вступ. Україна є одним з головних постачальників зерна на світовий ринок, а однією з головних галузей агропромислового комплексу є зернове господарство, яке значно впливає на формування продовольчого, кормового фонду та економіки в цілому [5]. Підвищення кількості виробленого зерна є головним напрямом сучасного сільського господарства і гарантією продовольчої безпеки держави. Слід відзначити, що у світі набуває поширення попит на виробництво продуктів із зерна пшениці твердої, які входять до групи здорової, збалансованої й поживної продукції. За своєю вагомістю як харчовий продукт пшениця тверда є другою культурою після

пшениці м'якої для багатьох країн світу, а виробництво її зерна у світі досягає 30–35 млн т. Тому в Україні з метою стабілізації продовольчого ринку зерна існує потреба в збільшенні площі посіву пшениці ярої в обсягах не менше 10 % від посівних площ пшениці озимої, яку бажано менше висівати по гірших попередниках та за пізніх строків сівби [9]. Об'єми вирощування пшениці твердої добре відображають стан економіки та культури землеробства [19]. За останні 15 років площі посівів під пшеницею твердою розширилися з 15,5 до 18,3 млн га, що становить близько 5–7 % від загального світового пшеничного клину [22].

Через недостатнє поширення культури в структурі посівних площ господарств та недосконалість технології вирощування урожайність сучасних сортів пшениці твердої ярої вітчизняної селекції далека від потенційної [15]. Для максимальної реалізації потенціалу продуктивності сортів потрібно впроваджувати у виробництво адаптовані технології вирощування [3, 11, 28]. Удосконалення наявних технологій вирощування та розробки нових найбільш раціональних і екологічно безпечних способів агротехніки є одним з основних напрямків аграрної науки, що сприятиме підвищенню врожайності ярих зернових колосових культур [2, 25]. За умов достатнього забезпечення рослин вологою, добрива є найбільш дієвим чинником формування врожайності зернових культур [14, 31].

Забезпечення рослин протягом всього періоду росту та розвитку достатньою кількістю поживних речовин є важливим чинником для отримання високого врожаю пшениці твердої ярої [6, 23]. Сільськогосподарські культури, особливо сучасних інтенсивних сортів, найповніше розкривають свої потенційні можливості за сприятливих умов зовнішнього середовища, насамперед за оптимальних режимів живлення і забезпеченості вологою [1]. Г. П. Жемела зазначає, що забезпечення рослин елементами живлення впливає не тільки на врожай зерна, а і на його якість, яка для пшениці твердої є такою ж важливою як і продуктивність [8]. Оптимальний фон живлення сприяє активному росту й розвитку рослин, забезпечує накопичення ними великої біомаси, формування потужного асиміляційного апарату, збільшує врожайність і покращує показники якості вирощеної продукції [29, 34].

Пшениця яра має слабо розвинену кореневу систему, короткий період вегетації й, відповідно, незначну тривалість засвоєння елементів живлення з ґрунту і добрив. Тому ця зернова культура добре реагує на внесення добрив і інтенсивно

використовує поживні речовини [36]. Для одержання високих і сталих урожаїв зерна пшениці ярої потрібно забезпечити оптимальне живлення впродовж усього вегетаційного періоду [27]. Передпосівне внесення азотно-фосфорних добрив та підживлення посівів упродовж вегетації пшениці ярої забезпечує збільшення врожайності зерна [37]. Найбільш інтенсивний ріст рослин та формування урожайності забезпечується при застосуванні повного мінерального добрива [10].

На формування 1 т зерна пшениця в середньому споживає 35–45 кг азоту, 8–12 кг фосфору, 17–27 кг калію і 3–5 кг сірки [21]. Комплексні добрива, в яких правильно підібране відповідно до потреб конкретної культури співвідношення цинку та міді, дозволяють ефективно використовувати їх для протруювання насіння і для позакореневих підживлень. Зниження вмісту в рослинах таких компонентів як залізо, мідь, цинк та марганець може зумовлювати відповідне зниження стійкості рослин до стресових факторів довкілля та сприяти підвищенню захворюваності посівів [32, 33, 38, 39]. Застосування комплексних добрив при подвійній обробці рослин пшениці у фазу початку виходу у трубку та у фазу формування зернівки в колосі водорозчинними добривами на фоні повного мінерального удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяє отриманню додатково 0,15–0,39 т зерна з гектара [35]. Живлення мінеральними елементами знаходиться у тісному зв'язку із фазами росту та стадіями розвитку, тому час та період найбільшої потреби пшениці в них визначається її сортовими особливостями [24].

Отже, основою системи удобрення на посівах повинен бути оптимальний режим живлення рослин, збалансований за всіма елементами [16]. Ефективність використання може бути високою тільки за умови дотримання таких важливих агротехнічних вимог, як сівозміна, ретельний обробіток ґрунту, правильний вибір добрив, оптимальні строки й способи

їх внесення, врахування сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов, застосування за необхідності засобів хімічного захисту рослин.

Впровадження у виробництво нових ефективних та екологічно безпечних регуляторів росту рослин та мікродобрив, які регулюють процеси життєдіяльності рослин та мобілізують потенційні можливості сільськогосподарських культур є одним з напрямів підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції [4, 13]. Застосування мікродобрив і регуляторів росту скорочує витрати на застосування агрохімікатів при інтенсивній технології сільськогосподарського виробництва.

Мікродобрива та регулятори росту в комплексі із засобами захисту рослин значно посилює дію пестицидів. Незалежно від способів застосування регулятори росту позитивно впливають на покращення структури врожайності порівняно з контрольним варіантом. Сучасні технології обробітку пшениці ґрунтуються на широкому використанні природних та синтетичних регуляторів росту рослин, які не тільки зумовлюють підтримку гомеостатичного рівня життєдіяльності рослинних організмів, активності обмінних та ростових процесів, але і при сумісному застосуванні їх із пестицидами дозволяють знижувати норми витрати останніх. Оптимізувати живлення ярих культур можливо завдяки використанню рістрегулюючих речовини, які доцільно використовувати як елемент енергозберігаючих технологій вирощування зернових в умовах України [15]. Збільшенню кількості продуктивних стебел, маси зерна в колосі й урожайності пшениці сприяють біостимулятори, зокрема Стімпо [12].

Позакореневе підживлення посівів пшениці мікродобривами позитивно впливає на продуктивність культури. Так, підживлення посівів мікродобривом Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) на різних фазах розвитку культури на фоні обробки насіння Вуксал Теріос сприяло

підвищенню урожайності зерна на 0,34–0,54 т/га [7]. Посадження обробки насіння мікродобривом Вуксал Теріос У (1,4 л/т) або Вуксал Теріос М (1,5 л/т) з листовим підживленням препаратом Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) у фазі – кушіння, вихід у трубку та початок колосіння забезпечило найбільшу урожайність. Встановлено, що сорти пшениці твердої найкраще розкривають свій потенціал на варіантах із позакореневим підживленням по етапах органогенезу карбаміду та мікродобрив «Росток» на фоні основного удобрення $N_{75}P_{75}K_{75}$ [13].

Досліджено, що підживлення по листку комплексними добривами Фізіоживлін, Брексіл Мікс та Майстер сприяє підвищенню рівня врожайності зерна порівняно з контролем на 11,6–13,8 % [30]. Отже, застосування основних добрив, мікродобрив та регуляторів росту рослин на посівах пшениці твердої ярої забезпечує збільшення врожайності та покращення якості насіння.

Мета – вивчити вплив застосування добрив і регулятора росту на рівень урожайності та посівні якості насіння пшениці твердої ярої.

Матеріали і методи. Дослідження здійснювали у 2022–2023 рр. у польових та лабораторних умовах Миронівського інституту пшениці. Схема досліду включала вивчення таких чинників: А – сорти: МПП Ксенія, МПП Магдалена і МПП Перлина; В – добрива: Нітроамофоска з нормами внесення 100 кг/га ($N_{16}P_{16}K_{16}$) і 200 кг/га ($N_{32}P_{32}K_{32}$), Авангард Р – Зернові 2 л/га, Карбамід 8 кг/га ($N_{3,7}$); С – регулятор росту Брілон 0,8 л/га; D – фази розвитку пшениці твердої ярої коли проводили підживлення рослин добривом Авангард Р – Зернові та обробляли регулятором росту Брілон: вихід в трубку, колосіння.

Польові досліди проводили по попереднику соя згідно з методикою Державного сортопробування [20]. Ґрунт – чорнозем малогумусний слабовилугуваний середньосуглинковий. Потужність гумусного горизонту –

38–40 см. Вміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см – 3,7–4,0 %, рухомого фосфору – 21–25 мг/100 г, обмінного калію – 10–16 мг/100 г, легкогідролізованого азоту – 12–13 мг/100 г. Гідролітична кислотність – 1,7–2,2 мг-екв./100 г ґрунту, рН – 5,4–6,0. Сівбу проводили сівалкою СН–10 Ц, норма висіву 5 млн схожих насінин на 1 га. Облікова площа ділянки 10 м², повторність чотириразова. Агротехніка вирощування при дослідженнях – загальноприйнята для умов Правобережного Лісостепу України. Урожай з дослідних ділянок збирали прямим комбайнуванням «Сампо-130» і перераховували на стандартну (14 %) вологість. У отриманого насіння з різних варіантів живлення вивчали його посівні якості [17, 18].

Погодні умови 2022 р. виявилися сприятливими для нормального росту та розвитку рослин пшениці ярої, проте супроводжувались нерівномірним розподілом опадів та температурним режимом в окремі їх періоди. Весна за часом настання була ранньою та прохолодною, середньодобова температура за період «сівба – сходи» становила +7,8 °С, що вище на 0,7 °С порівняно до середньобагаторічних показників. Достатня кількість опадів даного періоду (42,8 мм) сприяли появі дружніх сходів.

У період від сходів до виходу у трубку середньодобова температура (+11,2 °С) відповідала середньобагаторічному показнику, забезпечення вологою в даний період було на рівні 72,1 мм, що вище від середньобагаторічного показника на 14,1 мм. У період від виходу у трубку до колосіння температура повітря знаходилась на позначці +18,0 °С, що вище середньобагаторічної норми на 1,6 °С, тоді як забезпеченість опадами у цей період була незначною (13,0 мм). У період колосіння – повна стиглість температура повітря становила +20,4 °С, що вище середньобагаторічних даних на 0,8 °С, хоча опадів випало (92,8 мм) менше середньобагаторічної норми на 35,2 мм, проте це не значно впливало на формування

урожайності пшениці твердої ярої.

Погодні умови 2023 р. сприяли нормальному росту та розвитку пшениці ярої, хоча також супроводжувались нерівномірністю розподілу опадів та температурного режиму. Період «сівба – сходи» супроводжувався надлишковим зволоженням (54,6 мм), середньодобова температура повітря становила +8,3 °С, що вище середньобагаторічних показників на 1,2 °С. У міжфазний період «сходи – вихід в трубку» середньодобова температура повітря була в межах середньобагаторічної норми та становила +12,5 °С. У період від виходу у трубку до колосіння температура повітря знаходилась на позначці +18,2 °С, що вище середньобагаторічної норми на 1,8 °С, тоді як опадів в цей період випало всього лише 19,9 мм, що нижче норми у 2,4 раза (48,0 мм). У період «колосіння – повна стиглість» температура повітря становила 20,6 °С, що вище середньобагаторічних даних на 1,0 °С. У цей міжфазний період опадів випало 199,2 мм, що у 1,5 раза вище середньобагаторічної норми (128,0 мм).

Відповідно до отриманих даних, гідротермічний коефіцієнт 2022 р. становив 1,06, що відповідає оптимальному рівню зволоження. У розрізі окремих періодів онтогенезу пшениці ярої спостерігали різний гідротермічний режим: сівба-сходи супроводжувався надмірним зволоженням (ГТК = 3,02); оптимальне зволоження спостерігали у періоди сходи – вихід в трубку та колосіння – повна стиглість (ГТК = 1,35; 0,97 відповідно); сильну посуху спостерігали у період вихід в трубку – колосіння (ГТК становив 0,66). Гідротермічний коефіцієнт у 2023 р. становив – 1,34 та відповідав оптимальному рівню зволоження. Надмірним зволоженням характеризувались міжфазні періоди «сівба – сходи» та «колосіння – повна стиглість» (ГТК = 3,47 та 1,97 відповідно), посушливими умовами характеризувалися періоди «сходи – вихід в трубку» та «вихід в трубку – колосіння», коли ГТК становив 0,86 та 0,73 відповідно.

Результати та обговорення. У досліді із передпосівним внесенням різних норм нітроамофоски та підживленням на різних етапах органогенезу пшениці твердої ярої Карбамідом і «Авангард Р – Зернові» приріст урожайності зерна у сорту МП Ксенія становив 0,34–0,62 т/га, залежно від варіанту досліді, в контролі без добрив урожайність становила 3,26 т/га

(табл. 1). Так, за передпосівного внесення нітроамофоски з нормою витрати 100 кг/га підживлення на IV е.о. забезпечувало урожайність на рівні 3,59 т/га, на IV та VIII е.о. – 3,76 т/га, а за норми витрати 200 кг/га рівень врожаю становив 3,63 і 3,80 т/га відповідно. Додавання на IV та VIII е.о. до добрив ще й регулятора росту сприяло врожайності на рівні 3,83–3,87 т/га.

1. Урожайність сортів пшениці твердої ярої за різних варіантів живлення і рістрегулятора, 2022–2023 рр.

Варіант	МП Ксенія		МП Магдалена		МП Перлина	
	урожайність, т/га	приріст урожайності, т/га	урожайність, т/га	приріст урожайності, т/га	урожайність, т/га	приріст урожайності, т/га
Контроль (без добрив)	3,26	–	3,15	–	3,29	–
Фон 1	3,59	0,34	3,44	0,29	3,60	0,32
Фон 2	3,63	0,37	3,50	0,35	3,66	0,38
Фон 3	3,76	0,50	3,66	0,51	3,85	0,56
Фон 4	3,80	0,55	3,72	0,57	3,96	0,67
Фон 5	3,83	0,58	3,72	0,57	3,89	0,61
Фон 6	3,87	0,62	3,78	0,63	3,97	0,69

НР₀₅ 0,28 – 0,26 – 0,29 –

Примітка: Фон 1 – N₁₆P₁₆K₁₆ + (N_{3,7} + Авангард Р – Зернові 2 л/га) IV е.о.; Фон 2 – N₃₂P₃₂K₃₂ + (N_{3,7} + Авангард Р – Зернові 2 л/га) IV е.о.; Фон 3 – N₁₆P₁₆K₁₆ + (N_{3,7} + Авангард Р – Зернові 2 л/га) IV + VIII е.о.; Фон 4 – N₃₂P₃₂K₃₂ + (N_{3,7} + Авангард Р – Зернові 2 л/га) IV + VIII е.о.; Фон 5 – N₁₆P₁₆K₁₆ + (N_{3,7} + Авангард Р – Зернові 2 л/га) IV + VIII е.о. + Брілон 0,8 л/га IV + VIII е.о.; Фон 6 – N₃₂P₃₂K₃₂ + (N_{3,7} + Авангард Р – Зернові 2 л/га) IV + VIII е.о. + Брілон 0,8 л/га IV + VIII е.о.

У сорту МП Магдалена в контролі урожайність становила 3,15 т/га, у варіантах із підживленням – 3,44–3,78 т/га. Більший приріст урожайності (0,63 т/га) отримано у варіанті N₃₂P₃₂K₃₂ + (N_{3,7} + Авангард Р – Зернові 2 л/га) на IV і VIII е.о. з додаванням регулятора росту Брілон (0,8 л/га), але без рістрегулятора приріст не значно відрізнявся і становив 0,57 т/га. На сорті МП Перлина найвищий приріст врожайності (0,69 і 0,67 т/га) отримано також у вище згаданих варіантах. Загалом при врожайності контролю на рівні 3,29 т/га, у варіантах із підживленням рівень врожайності варіював від 3,60 до 3,97 т/га.

Фони живлення сприяли підвищенню посівних якостей насіння. Так, маса 1000

зерен у сорту МП Ксенія в контролі становила 37,9 г, сорту МП Магдалена – 37,2 г, сорту МП Перлина – 40,5 г, а у варіантах із підживленням – 38,0–41,1; 40,9–43,1 та 42,4–43,5 г відповідно до сорту (табл. 2).

Вихід кондиційного насіння у варіантах із підживленням становив 82,2–88,2 % у сорту МП Ксенія, 86,1–87,5 – сорту МП Магдалена, 85,8–87,5 – сорту МП Перлина, в контролях 80,2; 82,0 і 81,9 % відповідно. Вищі показники отримано у варіантах N₁₆P₁₆K₁₆ + (N_{3,7} + Авангард Р – Зернові 2 л/га) IV + VIII е.о. + Брілон 0,8 л/га IV + VIII е.о. та N₃₂P₃₂K₃₂ + (N_{3,7} + Авангард Р – Зернові 2 л/га) IV + VIII е.о. + Брілон 0,8 л/га на IV і VIII е.о.

2. Вплив фонів живлення рослин пшениці твердої ярої і ріст регулятора на посівні якості насіння, 2022–2023 рр.

Варіант	Маса 1000 зерен, г	Вихід кондиційного насіння, %	Маса 1000 насінин, г	Активність кільчення, %	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
МПП Ксенія						
Контроль	37,9	80,2	40,9	37,0	90,5	92,5
Фон 1	38,0	82,2	42,5	39,0	92,5	93,0
Фон 2	38,3	83,6	44,2	44,0	92,5	94,0
Фон 3	38,7	83,9	44,9	47,0	91,5	94,0
Фон 4	38,9	84,7	46,0	48,0	91,5	94,0
Фон 5	40,7	87,4	46,2	50,0	93,0	95,0
Фон 6	41,1	88,2	46,6	49,0	93,5	95,0
МПП Магдалена						
Контроль	37,2	82,0	42,3	51,5	93,0	94,0
Фон 1	40,9	86,1	44,0	57,0	93,5	95,0
Фон 2	41,8	87,5	46,4	59,0	93,0	95,0
Фон 3	42,4	86,6	47,0	61,0	92,5	95,0
Фон 4	43,0	86,9	47,2	60,5	92,0	95,0
Фон 5	43,0	87,4	47,2	62,5	94,0	96,0
Фон 6	43,1	87,2	47,4	64,0	94,0	96,0
МПП Перлина						
Контроль	40,5	81,9	47,8	52,5	86,5	92,0
Фон 1	42,4	85,8	50,7	55,5	89,5	92,5
Фон 2	42,9	86,6	51,5	55,5	89,5	92,5
Фон 3	42,7	86,9	51,8	57,0	89,0	93,0
Фон 4	43,3	87,3	53,6	65,0	90,5	93,5
Фон 5	42,9	87,1	53,3	71,0	94,5	95,5
Фон 6	43,5	87,5	53,5	77,5	94,5	95,5
НІР ₀₅	1,8	2,7	1,9	5,3	2,5	2,1

Примітка: Фон 1 – $N_{16}P_{16}K_{16} + (N_{3,7} + \text{Авангард Р} - \text{Зернові } 2 \text{ л/га}) \text{ IV е.о.}$; Фон 2 – $N_{32}P_{32}K_{32} + (N_{3,7} + \text{Авангард Р} - \text{Зернові } 2 \text{ л/га}) \text{ IV е.о.}$; Фон 3 – $N_{16}P_{16}K_{16} + (N_{3,7} + \text{Авангард Р} - \text{Зернові } 2 \text{ л/га}) \text{ IV} + \text{VIII е.о.}$; Фон 4 – $N_{32}P_{32}K_{32} + (N_{3,7} + \text{Авангард Р} - \text{Зернові } 2 \text{ л/га}) \text{ IV} + \text{VIII е.о.}$; Фон 5 – $N_{16}P_{16}K_{16} + (N_{3,7} + \text{Авангард Р} - \text{Зернові } 2 \text{ л/га}) \text{ IV} + \text{VIII е.о.} + \text{Брілон } 0,8 \text{ л/га IV} + \text{VIII е.о.}$; Фон 6 – $N_{32}P_{32}K_{32} + (N_{3,7} + \text{Авангард Р} - \text{Зернові } 2 \text{ л/га}) \text{ IV} + \text{VIII е.о.} + \text{Брілон } 0,8 \text{ л/га IV} + \text{VIII е.о.}$

Підживлення посівів пшениці твердої ярої сприяло підвищенню активності кільчення в отриманого насіння сорту МПП Ксенія на 2–13 %, енергії проростання – 1–3, лабораторної схожості – на 0,5–2,5, сорту МПП Магдалена – 5,5–12,5; 0–1,0 і 1,0–2,0 %, сорту МПП Перлина – 3,0–5,0; 2,5–8,0 і 0,5–3,5 % відповідно. В контрольних варіантах активність кільчення становила 37,0–52,5 %, енергія проростання – 86,5–93,0, лабораторна

схожість – 92,0–94,0. Більші згадані вище показники відзначено у варіантах із дворазовим підживленням та внесенням регулятора росту на IV і VIII е.о.

Висновки. Встановлено, що припосівне внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ і $N_{32}P_{32}K_{32}$ та підживлення у фазах виходу в трубку і колосіння пшениці твердої ярої карбамідом ($N_{3,7}$) і комплексним добривом Авангард Р – Зернові (2 л/га) сприяють істотному підвищенню врожайності зерна, а також

покрощують посівні якості отриманого насіння. Відзначено, що додавання на IV і VIII е.о. на високих фонах живлення ще й

Список використаної літератури

1. Балюк С. А., Носко Б. С., Шимель В. В. Оптимізація живлення рослин у системі факторів ефективної родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3 (792). С. 12–19.
2. Використання біопрепаратів – перспективний напрямок вдосконалення технологій. Збірник наукових праць / М. О. Остапчук та ін. *Сільське господарство та лісівництво*. № 2. 2015. С. 5–17.
3. Вплив агрозаходів на підвищення продуктивності пшениці ярої / В. Я. Білоножко та ін. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. № 2. С. 33–35.
4. Вплив біопрепаратів та регуляторів росту на продуктивність рослин ячменю ярого голозерного та плівчастого в умовах північного Степу / А. Д. Гирка та ін. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 65–69.
5. Голік О. В., Капустян М. В. Деякі проблеми формування регіонального ринку насіння пшениці ярої. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2015. № 2. С. 29–40. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2015_2_5.
6. Дідур І. М., Циганський В. І., Рибачок В. В. Продуктивність кукурудзи залежно від впливу сучасних біопрепаратів та мікробіологічних добрив в умовах Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2018. № 11. Вінниця. С. 26–36.
7. Ефективність мікродобрив за умови обробки насіння та листового підживлення посівів пшениці озимої / В. В. Гангур та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 46–51. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.05.
8. Жемела Г. П., Кузнецова О. А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 23–25.
9. Каленська С. М. Польова схожість насіння пшениці ярої залежно від глибини загорання. *Агробіологія*. 2015. Вип. 1 (117). С. 15–18.
10. Карабач К. С. Урожайність та показники якості пшениці озимої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Plant & Soil Science*. 2019. Т. 10. № 3. С. 42.
11. Кириченко В. В., Костромітін В. М., Корчинський В. А. Формування сортової структури зернових колосових культур за агроecологічним принципом. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 4. С. 26–28.
12. Колесніков М. О., Євстафієва К. С. Вплив біопрепарату Стімпо на процес формування врожайності сортів пшениці м'якої ярої. *Вісник*

регулятора росту значно покращує досліджувані показники якості насіння.

References

1. Baliuk S. A., Nosko B. S., Shymel V. V. Optimization of plant nutrition in the system of factors of effective soil fertility. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2019. No. 3 (792). P. 12–19.
2. The use of biological preparations is a promising direction of technology improvement. Collection of scientific works / M. O. Ostapchuk ta in. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. No. 2. 2015. P. 5–17.
3. The impact of agricultural measures on increasing the productivity of spring wheat / V. Ya. Bilonozhko ta in. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2017. No. 2. P. 33–35.
4. The influence of biopreparations and growth regulators on the productivity of spring bare-grain and membrane barley plants in the conditions of the Northern Steppe / A. D. Hyrka ta in. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2012. No. 3. P. 65–69.
5. Holik O. V., Kapustian M. V. Some problems of the formation of the regional spring wheat seed market. *Visnyk KhNAU. Seriiia : Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia*. 2015. No. 2. P. 29–40. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2015_2_5.
6. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Rybachok V. V. Maize productivity depending on the influence of modern biological preparations and microbiological fertilizers in the conditions of the right-bank Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarного universytetu*. 2018. No. 11. Vinnytsia. P. 26–36.
7. Effectiveness of microfertilizers under conditions of seed treatment and foliar feeding of winter wheat crops / V. V. Hanhur ta in. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2021. No. 2. P. 46–51. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.05.
8. Zhemela H. P., Kuznietsova O. A. Influence of varietal properties on productivity and quality of wheat grain. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2012. No. 3. P. 23–25.
9. Kalenska S. M. Field germination of spring wheat seeds depending on the depth of wrapping. *Ahrobiolohiia*. 2015. Issue 1 (117). P. 15–18.
10. Karabach K. S. Yield and quality indicators of winter wheat depending on the main tillage and fertilization systems. *Plant & Soil Science*. 2019. Vol. 10. No. 3. P. 42.
11. Kyrychenko V. V., Kostromitin V. M., Korchynskyi V. A. Formation of the varietal structure of grain ear crops according to the agroecological principle. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2002. No. 4. P. 26–28.
12. Kolesnikov M. O., Yevstafieva K. S. The influence of Stimpo biological preparation on the

Уманського національного університету садівництва. 2017. № 2. С. 29–32.

13. Конопльова Є. Л. Ефективність вирощування пшениці ярої залежно від технологічних заходів в північному Степу України. *Агробіологія*. 2012. Вип. 7 (91). С. 117–120.

14. Любич В. В., Полянецька І. О., Климович Н. М. Ураження пшениці м'якої ярої листовими хворобами залежно від рівня азотного живлення. *Агробіологія*. 2022. № 1. С. 160–167.

15. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.

16. Мазуркевич Л. Вплив тривалого застосування добрив на вміст поживних елементів у ґрунті, врожайність пшениці ярої та якість зерна. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агрономія*. 2014. № 195 (1). С. 78–84.

17. Макрушин М. М. Насіннезнавство польових культур. Київ: Урожай, 1994. 208 с.

18. Макрушин М. М. Насінництво. Сімферополь : ВД «Аріал», 2011. 476 с.

19. Манько К. М. Урожайність сучасних сортів пшениці ярої м'якої та твердої залежно від основних елементів технології вирощування. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. Вип. 3. С. 87–90.

20. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. сорто випробування сільськогосподарських структур. Вип. 1. Загальна частина / за ред. В. В. Волкодава. ; Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ, 2000. 100 с.

21. Попов С. І., Цехмейструк М. Г., Манько К. М. Використання основних елементів живлення сучасними сортами пшениці твердої ярої залежно від попередника і фону живлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 4. С. 6–9.

22. Пшениця тверда яра: стійкість до вилягання, продуктивність : монографія / С. О. Хоменко та ін. Київ, 2021. 122 с.

23. Рожков А. О. Урожайність ярої пшениці залежно від норм висіву різними способами сівби в Лісостепу України. *Вісник ХНАУ*. 2012. № 5. С. 106–109.

24. Смірнова І. В. Урожайність та якість сортів пшениці залежно від умов мінерального живлення. *Наукові праці. Екологія*. Миколаїв, 2015. Т. 256, Вип. 244. С. 81–84.

25. Трансфер інноваційних технологій в агропромислове виробництво регіонів України / Я. М. Гадзало та ін. Київ, 2016. 244 с.

26. Формування надземної маси ярих пшениці та тритикале під впливом оптимізації їх живлення на півдні України / В. В. Гамаюнова та ін. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 2 (61), Т. 1. С. 20–28.

27. Шувар І. А., Гриник С. І. Вплив способу основного обробітку ґрунту і удобрення на агрофізичні властивості дерново-підзолистого

process of yield formation of soft spring wheat varieties. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2017. No. 2. P. 29–32.

13. Konoplova Ye. L. Efficiency of spring wheat cultivation depending on technological measures in the Northern Steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiia*. 2012. Issue 7 (91). P. 117–120.

14. Liubych V. V., Polianetska I. O., Klymovych N. M. Affection of soft spring wheat by foliar diseases depending on the level of nitrogen nutrition. *Ahrobiolohiia*. 2022. No. 1. P. 160–167.

15. Mazur V. A., Palamarchuk V. D., Polishchuk I. S. The latest agricultural technologies in crop production. Vinnytsia, 2017. 588 p.

16. Mazurkevych L. The effect of long-term application of fertilizers on the content of nutrients in the soil, spring wheat yield and grain quality. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriiia : Ahronomiia*. 2014. No. 195 (1). P. 78–84.

17. Makrushyn M. M. Seed science of field crops. Kyiv: Urozhai, 1994. 208 p.

18. Makrushyn M. M. Seed production. Simferopol : VD «Arial», 2011. 476 p.

19. Manko K. M. The yield of modern varieties of soft and hard spring wheat depends on the main elements of growing technology. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2012. Issue 3. P. 87–90.

20. Methodology of state variety testing of agricultural crops. variety testing of agricultural structures. Vol. 1. General part / za red. V. V. Volkodava. ; Derzh. komis. Ukrainy po vyprobuvanniu ta okhoroni sortiv roslyn. Kyiv, 2000. 100 p.

21. Popov S. I., Tsekhmeistruk M. H., Manko K. M. The use of the main nutrients by modern durum spring wheat varieties depending on the predecessor and nutritional background. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2015. No. 4. P. 6–9.

22. Durum spring wheat: resistance to lodging, productivity: monograph / S.O. Khomenko ta in. Kyiv, 2021. 122 p.

23. Rozhkov A. O. Yield of spring wheat depending on sowing rates by different methods of sowing in the Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk KhNAU*. 2012. No. 5. P. 106–109.

24. Smirnova I. V. Yield and quality of wheat varieties depending on mineral nutrition conditions. *Naukovi pratsi. Ekolohiia*. Mykolaiv, 2015. Vol. 256, Issue 244. P. 81–84.

25. Transfer of innovative technologies to agro-industrial production in the regions of Ukraine / Ya. M. Hadzalo et al. Kyiv, 2016. 244 p.

26. The formation of above-ground mass of spring wheat and triticale under the influence of optimization of their nutrition in the south of Ukraine / V. V. Hamaiunova et al. *Visnyk ZhNAEU*. 2017. No. 2 (61), Vol. 1. P. 20–28.

грунту Передкарпаття за вирощування пшениці ярої. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. № 10 (2). С. 38–47. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2019.02.028>.

28. Юла В. М., Прохоренко М. М. Особливості мінерального живлення пшениці ярої залежно від агрометеорологічних та агротехнічних факторів. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2010. Вип. 3. С. 216–227.

29. Calderini D. F., Ortiz-Monasterio I. Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. *Crop Science*. 2003. Vol. 43. P. 141–151. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1410>.

30. Evaluation of different levels of potassium and zinc fertilizer on the growth and yield of wheat / M. Arif et al. *International Journal of Biosensors and Bioelectronics*. 2017. No. 3 (2). P. 242–246. DOI: [10.15406/ijbsbe.2017.03.00057](https://doi.org/10.15406/ijbsbe.2017.03.00057).

31. Fischer T., Byerlee D., Edmeades G. O. Copy Yields and Global Food Security: Will Yield Increase Continue to Feed the World? ACIAR. *Monograph*. No. 158. Australian Centre for International Agricultural Research : Canberra. 2014. 634 p.

32. Grotz N., Guerinot M. L. Molecular aspects of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2006. Vol. 1763. P. 595–608.

33. Kosman D. J. Redox cycling in iron uptake, efflux, and trafficking. *J. Biol. Chem*. 2010. Vol. 285. P. 29–35.

34. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on smallholder farms / W. Bedada et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2014. No. 195. P. 193–201.

35. Monitoring the impact of intensification of agricultural land use on the quality of soils of Ukraine / T. Yashchuk et al. *Scientific papers-series management economic engineering in agriculture and rural development*. 2021. Vol. 21, Issue 4. P. 627–634.

36. Narayanan S., Vara Prasad P. V. Characterization of a spring wheat association mapping panel for root traits. *Agronomy Journal*. 2014. Vol. 106 (5). P. 1593–1604. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj14.00156>.

37. Sydiakina O., Gamajuova V. Productivity of spring wheat depending on food backgrounds in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2020. Vol. 08 (93). P. 104–111. DOI: [10.33249/2663-2144-2020-93-8-104-111](https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-93-8-104-111).

38. Turski M. L., Thiele D. J. New roles for copper metabolism in cell proliferation, signaling, and disease. *J. Biol. Chem*. 2009. Vol. 284, No. 2. P. 717–721.

39. Zhang A.-S., Enns C. A. Iron homeostasis: Recently identified proteins provide insight into novel control mechanisms. *J. Biol. Chem*. 2009. Vol. 284, No. 2. P. 711–715.

27. Shuvar I. A., Hrynyk S. I. The influence of the method of main tillage and fertilization on the agrophysical properties of the sod-podzolic soil of Precarpathia for the cultivation of spring wheat. *Roslynnytstvo ta ґruntознаvstvo*. 2019. No. 10 (2). P. 38–47. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2019.02.028>.

28. Yula V. M., Prokhorenko M. M. Features of spring wheat mineral nutrition depending on agrometeorological and agrotechnical factors. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAH»*. 2010. Issue 3. P. 216–227.

29. Calderini D. F., Ortiz-Monasterio I. Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. *Crop Science*. 2003. Vol. 43. P. 141–151. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1410>.

30. Evaluation of different levels of potassium and zinc fertilizer on the growth and yield of wheat / M. Arif et al. *International Journal of Biosensors and Bioelectronics*. 2017. No. 3 (2). P. 242–246. DOI: [10.15406/ijbsbe.2017.03.00057](https://doi.org/10.15406/ijbsbe.2017.03.00057).

31. Fischer T., Byerlee D., Edmeades G. O. Copy Yields and Global Food Security: Will Yield Increase Continue to Feed the World? ACIAR. *Monograph*. No. 158. Australian Centre for International Agricultural Research : Canberra. 2014. 634 p.

32. Grotz N., Guerinot M. L. Molecular aspects of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2006. Vol. 1763. P. 595–608.

33. Kosman D. J. Redox cycling in iron uptake, efflux, and trafficking. *J. Biol. Chem*. 2010. Vol. 285. P. 29–35.

34. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on smallholder farms / W. Bedada et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2014. No. 195. P. 193–201.

35. Monitoring the impact of intensification of agricultural land use on the quality of soils of Ukraine / T. Yashchuk et al. *Scientific papers-series management economic engineering in agriculture and rural development*. 2021. Vol. 21, Issue 4. P. 627–634.

36. Narayanan S., Vara Prasad P. V. Characterization of a spring wheat association mapping panel for root traits. *Agronomy Journal*. 2014. Vol. 106 (5). P. 1593–1604. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj14.00156>.

37. Sydiakina O., Gamajuova V. Productivity of spring wheat depending on food backgrounds in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2020. Vol. 08 (93). P. 104–111. DOI: [10.33249/2663-2144-2020-93-8-104-111](https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-93-8-104-111).

38. Turski M. L., Thiele D. J. New roles for copper metabolism in cell proliferation, signaling, and disease. *J. Biol. Chem*. 2009. Vol. 284, No. 2. P. 717–721.

39. Zhang A.-S., Enns C. A. Iron homeostasis: Recently identified proteins provide insight into novel control mechanisms. *J. Biol. Chem*. 2009. Vol. 284, No. 2. P. 711–715.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-6

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.111.1«324»:631.559

МІНЛИВІСТЬ МАСИ 1000 ЗЕРЕН ТА НАТУРИ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ**І. В. Правдзіва, Н. В. Василенко, Н. М. Хорошко, О. А. Заїма**

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

Про авторів:

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

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

Неля ХОРОШКО,
молодший науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-0663-1968

Олексій ЗАЇМА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-5714-6308

Для листування:

Ірина ПРАВДЗІВА
e-mail: irinapravdziva@gmail.com

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
6 червня 2024 р.
Погоджено до друку:
16 серпня 2024 р.

Проведеними дослідженнями було встановлено мінливість маси 1000 зерен та натуре зерна семи сортів й одинадцяти селекційних ліній пшениці м'якої озимої залежно від трьох строків сівби в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Виявлено різне варіювання фізичних показників якості зерна в роки дослідження. У 2022/23 р. отримано максимальні середні значення маси 1000 зерен (45,5 г) та натуре зерна (785 г/л). У середньому за роками та генотипами пшениці м'якої озимої відзначено вищу масу 1000 зерен (43,2 г) та натуре зерна (794 г/л) за I строку сівби.

Однак для окремих сортів та селекційних ліній простежували відмінності впливу строку сівби лише на масу 1000 зерен. Визначено слабку ($CV < 5\%$) варіацію досліджуваних показників якості зерна залежно від строку сівби. Встановлено найбільший вплив умов року вирощування (49,9%) на масу 1000 зерен, а генотипу (37,6%) – на натуре зерна. Маса 1000 зерен найменше залежала від взаємодії чинників рік \times строк сівби (0,04%), а натура зерна – від умов року (2,1%). Виокремлено генотипи пшениці озимої, які в середньому в досліді достовірно перевищували сорт-стандарт Подолянка (43,3 г) за масою 1000 зерен – МП Дарунок, Лютесценс 60400, МП Аеліта, Еритроспермум 60724, Еритроспермум 60667, Лютесценс 37548. За натурою зерна сорт МП Відзнака та селекційна лінія Еритроспермум 60667 перевищували сорт Подолянка (796 г/л) у межах найменшої істотної різниці. Отже, вказані сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої можуть бути використані в селекційному процесі як джерела для поліпшення окремих фізичних показників якості зерна. Виявлені особливості формування маси 1000 зерен та натуре зерна залежно від строку сівби варто враховувати під час вирощування сортів пшениці озимої.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., маса 1000 зерен, натура зерна, умови року, строк сівби, коефіцієнт варіювання, ANOVA.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Правдзіва І. В., Василенко Н. В., Хорошко Н. М., Заїма О. А., 2024

Variability of the weight of 1000 grains and the nature of the grain of winter wheat depending on sowing dates

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

About authors:

Iryna PRAVDZIVA
ORCID: 0000-0002-0808-1584

Nadiia VASYLENKO
ORCID: 0000-0002-4326-6613

Nelia KHOROSHO
ORCID: 0000-0002-0663-1968

Oleksii ZAIMA
ORCID: 0000-0001-5714-6308

For corresponding:

Iryna PRAVDZIVA
e-mail: irinapravdziva@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

June 6, 2024

Accepted:

August 16, 2024

As a result of the conducted research, the variability of the weight of 1000 grains and the nature of the grain of seven varieties and eleven breeding lines of winter soft wheat was determined depending on three sowing dates in the conditions of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine. Differing variations of the physical indicators of grain quality were revealed in the years of the study. In 2022/23, the maximum average values of the weight of 1000 grains (45.5 g) and the nature of the grain (785 g/l) were obtained. On average, for years and genotypes of winter soft wheat, a higher weight of 1000 grains (43.2 g) and the nature of the grain (794 g/l) was noted for the first sowing date.

However, for individual varieties and breeding lines, the differences in the influence of the sowing date only on the weight of 1000 grains were monitored. There was determined a weak ($CV < 5\%$) variation of the studied grain quality indicators depending on the sowing date. The greatest influence of the growing season conditions (49.9 %) on the weight of 1000 grains and of genotype (37.6 %) on the nature of the grain was established. The weight of 1000 grains depended least on the interaction of the factors year \times sowing date (0.04 %), and the nature of the grain depended on the conditions of the year (2.1 %). Genotypes of winter wheat were singled out which on average significantly exceeded the standard variety Podolianka (43.3 g) by the weight of 1000 grains – MIP Darunok, Lutescens 60400, MIP Aelita, Erythrospermum 60724, Erythrospermum 60667, Lutescens 37548. In terms of the nature of the grain, the variety MIP Vidznaka and the breeding line Erythrospermum 60667 exceeded the variety Podolianka (796 g/l) within the limits of the least significant difference. Therefore, the specified varieties and breeding lines of soft winter wheat can be used in breeding process as sources for improving certain physical indicators of grain quality. The identified features of the formation of the weight of 1000 grains and the nature of the grain depending on sowing date should be taken into account when growing winter wheat varieties.

Keywords: *Triticum aestivum* L., weight of 1000 grains, nature of the grain, growing season conditions, sowing date, coefficient of variation, ANOVA.

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

Вступ. Важливим резервом у зростанні обсягів виробництва сільськогосподарських культур є висока врожайність та якість продукції. Створення та накопичення поживних речовин у рослинах залежить від низки чинників, до яких першочергово відносять ґрунтово-кліматичні умови, агротехнологічні прийоми та біологічні особливості нових сортів [22]. В умовах мінливого континентального клімату Центрального Лісостепу України проблема показників якості зерна пшениці м'якої озимої залежно

від абіотичних, біотичних та антропогенних чинників недостатньо вивчена і з огляду на реалії сьогодення є актуальною.

У процесі вирощування культур всі види агроecosystem реагують на сприятливі й несприятливі прояви природних чинників. Запобігання негативній дії фізичних природних явищ під час вирощування пшениці озимої потребує комплексного розв'язання проблем у сільському господарстві, зокрема наукового обґрунтування і

розроблення відповідних заходів [5], а саме впровадження агротехнологій з мінімальним впливом на довкілля.

Одним із важливих і доступних агротехнологічних заходів підвищення якості зерна пшениці є використання оптимальних строків сівби [18]. Надто рання сівба призводить до переростання рослин в осінній період, а це впливає на зниження морозостійкості та сприяє їх виляганню [6, 10]. За дуже пізніх строків сівби є велика ймовірність одержати недорозвинені з осені рослини, які не встигають пройти загартування та накопичити достатню кількість запасних речовин, що знижує стійкість до несприятливих умов зимівлі [23]. Всі ці чинники негативно впливають на рівень урожайності й показники якості. Сівба в оптимальні строки забезпечує оптимальний розвиток рослин у процесі вирощування впродовж усього вегетаційного періоду та сприяє створенню задовільного фітосанітарного стану посівів [3, 21], а отже, й одержанню максимального доходу від вирощеної продукції. Виявлено, що оптимальні строки сівби залежать від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей сорту, попередника та інших чинників [11].

Відповідно до літературних джерел було виявлено вплив контрастних строків сівби на розвиток рослин й елементи продуктивності пшениці озимої [12]. Однак недостатньо висвітлено мінливість сортових особливостей під впливом різних строків сівби саме за показниками якості зерна. Тому для ґрунтової оцінки генотипи пшениці озимої варто висівати за різних строків сівби [9]. Завдяки такому підходу можна створити контрастні умови вирощування за дії одних і тих же абіо- та біотичних чинників, але на різних етапах розвитку рослин [20].

Пшеницю в першу чергу оцінюють за фізичними показниками якості зерна, це маса 1000 зерен, його натура, склоподібність і пошкодження клопом-черепашкою. Маса 1000 зерен характеризує технологічні якості сорту, крупність та

вирівняність зерна [14]. Відзначено, що сорти високоінтенсивного типу нового покоління мають більшу масу 1000 зерен [7]. Натура зерна належить до групи класоутворювальних ознак [13] і є одним з основних показників, який враховують під час транспортування й зберігання зерна [15]. Одні вчені вважають, що на натуру зерна прямий вплив має лише його крупність [1], а інші стверджують, що цей показник значною мірою залежить від форми зерна й однорідності його за розміром [8]. На сьогодні ці дві ознаки використовують для визначення борошномельних властивостей зерна [17, 19]. Партії зерна пшениці з вищою масою 1000 зерен та натурою зазвичай мають вищий вихід борошна [4, 17]. Слід зазначити, що показник маси 1000 зерен характеризується вищою спадковістю порівняно із натурою зерна [16]. Практичне значення в селекційному процесі становить інформація щодо виділення сортів та селекційних ліній з вищим рівнем показників якості зерна.

Мета досліджень – встановити мінливість маси 1000 зерен та натури зерна сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби в умовах центральної частини Лісостепу України.

Матеріали і методи. В умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП) встановлювали вплив трьох строків сівби (I – третя декада вересня, II – перша декада жовтня, III – друга декада жовтня) після попередника сидеральний пар на фізичні показники якості зерна впродовж 2021/22–2022/23 рр. Оцінювали сім нових сортів (МІП Ніка, МІП Роксолана, МІП Феєрія, МІП Аеліта, МІП Відзнака, МІП Дарунок, МІП Довіра) та 11 перспективних селекційних ліній (Еритроспермум 60667, Еритроспермум 60724, Еритроспермум 60793, Лютесценс 37548, Лютесценс 60049, Лютесценс 60293, Лютесценс 60302, Лютесценс 60400, Лютесценс 60702, Лютесценс 60734, Лютесценс 60816) пшениці м'якої озимої. Отримані дані прирівнювали до сорту-стандарту Подолянка.

Пшеницю м'яку озиму вирощували відповідно до загальноприйнятої технології для зони Лісостепу України [2]. Облікова площа дослідних ділянок становила 10 м². Повторність чотириразова.

Фізичні показники якості зерна визначали згідно із загальноприйнятими методиками, а саме: масу 1000 зерен (ТКВ) – відраховуючи з одного зразка дві проби по 500 зерен, кожну з яких зважували з точністю до 0,1 г (різниця між масою двох наважок не перевищувала 5 %), маси цих наважок додавали і отримували згаданий показник; натуру зерна (ТН) – за допомогою літрової пурки у двох повтореннях, різниця між паралельними вимірами не перевищувала 5 г, за кінцевий результат приймали середньоарифметичне значення двох вимірів та виражали в г/л.

Статистичну обробку отриманих експериментальних даних проводили за

методами варіаційного та дисперсійного аналізів.

Результати та обговорення. Роки дослідження були контрастними за гідротермічним режимом з нерівномірним розподілом опадів за місяцями (табл. 1). Спостерігали підвищення температури повітря на 1,0–1,4 °С від середньобаторічного показника (СБП). Вегетаційний 2021/22 р. характеризувався недостатньою кількістю опадів (80,5 % до СБП). У 2022/23 р. відзначено надмірне вологозабезпечення, що становило 132,6 % до СБП. Виявлено критично низьку (< 50 % до СБП) кількість опадів у лютому, березні та вересні 2021/22 рр., у січні, травні та червні 2022/23 р. Аномально велику (≥ 150 % до СБП) їх кількість зафіксовано у серпні та квітні 2021/22 та 2022/23 рр., у вересні, листопаді та липні 2022/23 р.

1. Середньомісячні значення температури повітря та кількості опадів за період проведення досліджень

Вегетаційний рік	Місяць												За рік
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Температура повітря, °С													
2020/21	21,1	18,6	13,3	3,8	-0,3	-2,3	-4,7	2,3	7,7	14,5	20,2	23,3	9,8
2021/22	20,5	13,2	7,6	4,8	-1,1	-1,2	1,7	2,3	8,4	14,6	20,7	20,4	9,3
2022/23	21,6	12,9	8,2	3,8	0,2	-0,1	-0,5	5,2	9,3	15,5	19,7	20,9	9,7
СБП	19,6	14,5	8,3	2,3	-2,2	-4,4	-3,4	1,5	9,1	15,3	18,7	20,2	8,3
Сума опадів, мм													
2020/21	8	21	22	28	38	57	49	28	47	87	100	111	596
2021/22	88	19	18	26	63	23	9	11	86	29	42	55	469
2022/23	88	118	30	81	43	11	28	45	85	21	39	184	773
СБП	59	51	34	40	43	36	31	34	44	52	79	81	583

Примітка: СБП – середній багаторічний показник (1960–2020 рр.).

Проведеними дослідженнями виявлено різний вплив умов років вирощування на формування фізичних показників якості зерна (рис. 1). У розрізі генотипів та строків сівби відзначено найбільше варіювання маси 1000 зерен у 2021/22 р., а натури зерна – у 2022/23 р. Умови 2022/23 р. сприяли отриманню максимального середнього значення маси 1000 зерен (45,5 г) та натури зерна (785 г/л).

Контрастні за гідротермічним режимом умови років дослідження

неоднозначно впливали на формування фізичних показників якості зерна за різних строків сівби (рис. 2). У середньому за сортами та селекційними лініями пшениці м'якої озимої виявлено найнижчі значення маси 1000 зерен та натури зерна за III строку сівби у двох роках досліджень. У різні за гідротермічним режимом роки відзначено вищі значення маси 1000 зерен за I та II строки сівби без істотної (НІР₀₅ = 0,7) різниці між строками.

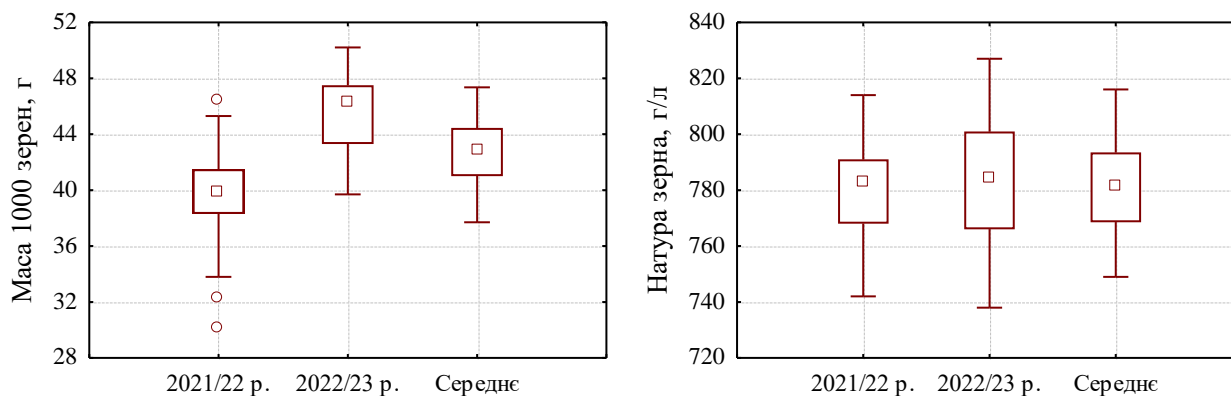
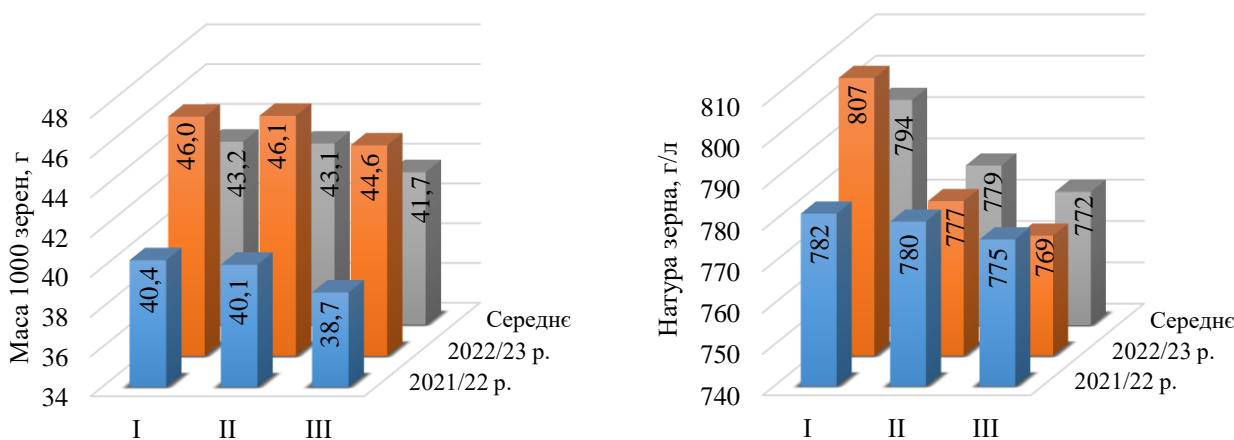


Рис. 1. Варіювання маси 1000 зерен та натуре зерна пшениці озимої в роки дослідження



Примітка: I, II, III – строки сівби.

Рис. 2. Мінливість маси 1000 зерен та натуре зерна залежно від попередника (середнє за генотипами пшениці озимої)

Встановлено відмінності впливу строків сівби на формування натуре зерна залежно від умов вирощування. За посушливого 2021/22 р. суттєвої різниці між I та II строками сівби не виявлено (відповідно 782 та 780 г/л). Однак у вегетаційний 2022/23 р. з надмірною вологістю отримано достовірно вищу натуре зерна (807 г/л) за I строку сівби.

У середньому за роками та генотипами пшениці м'якої озимої вищий рівень маси 1000 зерен (43,2 г) та натуре зерна (794 г/л) отримали за I строку сівби (рис. 2). Однак для окремих сортів та селекційних ліній простежували відмінності впливу строків сівби на формування лише маси 1000 зерен (табл. 2). А саме достовірно вищу масу 1000 зерен за II строку сівби відзначено в сортів МП

Ніка (40,7 г), МП Роксолана (41,0 г), МП Аеліта (46,2 г) та селекційних ліній Еритроспермум 60724 (45,2 г), Еритроспермум 60793 (44,6 г), Лютесценс 60734 (44,9 г). Селекційні лінії Лютесценс 60302 (42,9 г), Лютесценс 60702 (40,3 г) формували вищу масу 1000 зерен також за II строку сівби, проте в межах найменшої істотної різниці, а сорт Подолянка та селекційна лінія Лютесценс 60816 (43,4 г) – за III строку.

За коефіцієнтом варіації (CV) встановлено слабке варіювання ($0,4 \leq CV \leq 2,8$ %) натуре зерна для всіх генотипів пшениці озимої залежно від строку сівби в середньому за 2021/22–2022/23 рр. (табл. 2). З найменшою варіацією згаданої ознаки під впливом строків сівби характеризували Еритроспермум 60793 (CV = 0,4 %), МП

Ніка (CV = 0,7 %) та Еритроспермум 60724 (CV = 0,8 %). Виявлено помірне варіювання (CV = 6,0 %) маси 1000 зерен у селекційної

лінії Лютесценс 60293, інші генотипи вирізнялися слабкою варіабельністю ($0,4 \leq CV \leq 5,3$ %) цього показника.

2. Мінливість маси 1000 зерен та натуре зерна сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої залежно від строку сівби, середнє за 2021/22–2022/23 рр.

Сорт, селекційна лінія	Строк сівби				НІР ₀₅	CV, %	Строк сівби				НІР ₀₅	CV, %
	I	II	III	X			I	II	III	X		
	Маса 1000 зерен, г						Натура зерна, г/л					
Подольнка	43,3	43,1	43,5	43,3	0,8	0,4	808	790	791	796	5	1,3
МІП Ніка	37,7	40,7	39,0	39,1	0,8	3,8	787	781	775	781	6	0,7
МІП Роксолана	37,7	41,0	40,3	39,7	0,6	4,4	782	769	764	772	5	1,2
МІП Феєрія	43,9	41,8	40,3	42,0	0,7	4,4	776	755	749	760	6	1,9
МІП Аеліта	45,2	46,2	42,0	44,5	0,7	4,9	798	779	780	785	6	1,4
МІП Відзнака	44,1	42,7	41,6	42,8	0,5	3,0	816	794	784	798	4	2,1
МІП Дарунок	46,4	45,7	44,9	45,7	0,6	1,6	799	782	782	788	6	1,3
МІП Довіра	43,3	42,4	42,2	42,6	0,7	1,3	785	768	773	775	4	1,2
Еритроспермум 60667	45,9	44,9	42,4	44,4	0,7	4,0	807	798	789	798	6	1,1
Еритроспермум 60724	44,5	45,2	43,7	44,5	0,7	1,7	790	781	779	783	5	0,8
Еритроспермум 60793	43,0	44,6	42,5	43,4	0,7	2,6	768	764	761	764	5	0,4
Лютесценс 37548	45,6	43,6	43,2	44,1	0,6	2,9	806	785	784	791	6	1,6
Лютесценс 60049	42,3	38,4	39,1	39,9	0,7	5,3	797	770	767	778	4	2,1
Лютесценс 60293	45,3	42,5	40,1	42,6	0,8	6,0	803	795	781	793	4	1,4
Лютесценс 60302	42,4	42,9	39,6	41,6	0,9	4,3	811	796	773	793	6	2,4
Лютесценс 60400	47,4	45,4	43,1	45,3	0,7	4,7	793	763	750	769	5	2,8
Лютесценс 60702	39,9	40,3	38,6	39,6	0,7	2,2	808	786	776	790	6	2,0
Лютесценс 60734	42,6	44,9	42,5	43,3	0,7	3,1	797	781	765	781	5	2,0
Лютесценс 60816	40,7	43,1	43,4	42,4	0,8	3,5	769	762	752	761	5	1,1
X	43,2	43,1	41,7	42,7	0,7	2,0	794	779	772	782	5	1,5
НІР ₀₅	0,7	0,6	0,6	0,7	–	–	5	4	5	5	–	–
CV, %	6,2	4,8	4,4	4,6	–	–	1,8	1,7	1,6	1,6	–	–

Примітка: I, II, III – строки сівби, X – середнє значення, НІР – найменша істотна різниця, CV – коефіцієнт варіації.

Виокремлено генотипи пшениці м'якої озимої, які в середньому за роками та строками сівби за масою 1000 зерен істотно переважали сорт-стандарт Подольнка (43,3 г) – МІП Дарунок (45,7 г), Лютесценс 60400 (45,3 г), МІП Аеліта (44,5 г), Еритроспермум 60724 (44,5 г), Еритроспермум 60667 (44,4 г), Лютесценс 37548 (44,1 г). Селекційні лінії Еритроспермум 60793 (43,4 г) та Лютесценс 60734 (43,3 г) були на рівні стандарту за цією ознакою. За натурою зерна жоден генотип достовірно не

перевищував сорт Подольнка (796 г/л). Однак сорт МІП Відзнака (798 г/л) та селекційна лінія Еритроспермум 60667 (798 г/л) вирізнялися незначно вищою натурою зерна порівняно зі стандартом. Таким чином, виділені сорти та селекційні лінії можуть бути використані в практичній селекції як джерела окремих досліджуваних ознак, а селекційна лінія Еритроспермум 60667 – як джерело комплексу високих фізичних показників якості зерна.

За результатами дисперсійного аналізу (рис. 3) встановлено, що на формування маси 1000 зерен найбільше впливали умови року (49,9 %), а натура зерна більшою мірою залежала від генотипу (37,6 %). Варто зазначити суттєвий вплив генотипу (21,9 %) на масу 1000 зерен та строку сівби (23,6 %) – на

натуру зерна. Також спостерігали значний вплив взаємодії чинників рік \times строк сівби (13,4 %) на натуру зерна та взаємодії генотип \times рік (9,5–9,7 %) – на обидві досліджувані ознаки. Маса 1000 зерен найменше залежала від взаємодії чинників рік \times строк сівби (0,04 %), а натура зерна – від умов року (2,1 %).

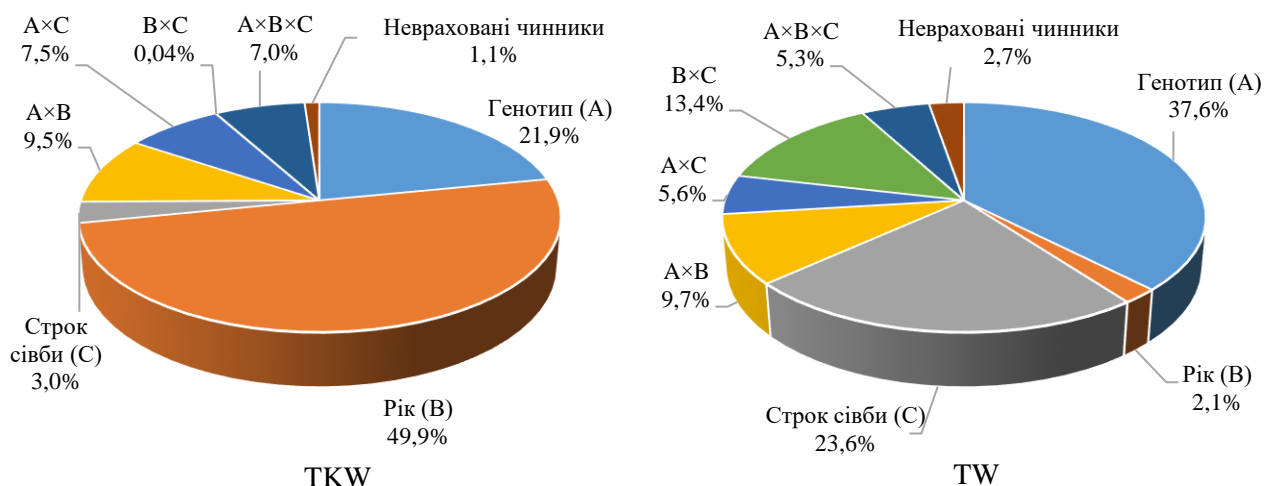


Рис. 3. Частка (%) впливу чинників на масу 1000 зерен (TKW) та натуру зерна (TW) пшениці м'якої озимої, 2021/22–2022/23 рр.

Згідно з отриманими результатами дисперсійного аналізу в розрізі років простежували вищі частки впливу генотипу, строку сівби та їх взаємодії на масу 1000 зерен (рис. 4). Слід зазначити, що співвідношення згаданих часток впливу різнилося за роками. Виявили суттєву мінливість часток впливу досліджуваних чинників на формування натуре зерна в

різні за гідротермічним режимом року, зокрема у 2021/22 р встановлено визначальний вплив генотипу (78,9 %), а у 2022/32 р. – строку сівби (63,5 %). Отримано найбільший вплив взаємодії чинників генотип \times строк сівби на фізичні показники якості зерна в посушливому 2021/22 р.

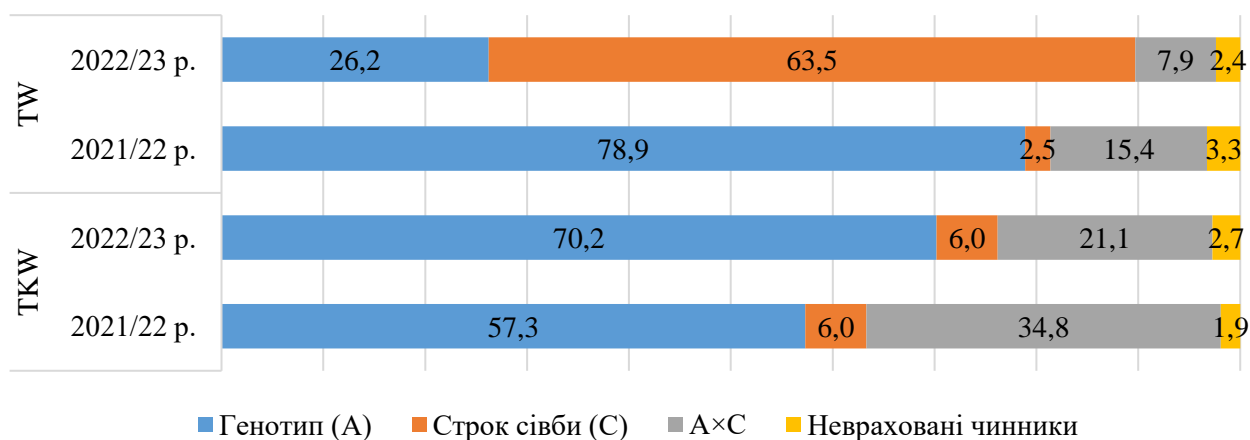


Рис. 4. Частка (%) впливу чинників на масу 1000 зерен (TKW) та натуру зерна (TW) пшениці м'якої озимої залежно від умов року

Виявлені частки впливу досліджуваних чинників у розрізі генотипів (табл. 3) ще раз підтвердили наведені вище результати. Тобто на формування маси 1000 зерен більшості сортів і селекційних ліній пшениці озимої максимально

впливали умови року з варіюванням від 49,3 до 96,5 %, а на натуру зерна – строк сівби (34,5–86,9 %). Проте для окремих сортів і селекційних ліній спостерігали відмінності впливу досліджуваних чинників на фізичні показники якості зерна.

3. Частка (%) впливу чинників на масу 1000 зерен та натуру зерна сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2021/22–2022/23 рр.

Сорт, селекційна лінія	Маса 1000 зерен				Натура зерна			
	Рік (В)	Строк сівби (С)	В × С	Невраховані чинники	Рік (В)	Строк сівби (С)	В × С	Невраховані чинники
Подольянка	96,5	0,02 ^{ns}	2,3	1,2	19,2	53,9	17,5	9,4
МПП Ніка	73,7	22,4	1,3	2,5	23,8	15,7	51,7	8,8
МПП Роксолана	62,2	14,8	22,3	0,6	1,5	50,4	43,4	4,7
МПП Феєрія	58,0	20,7	19,9	1,4	6,1	45,9	44,1	3,9
МПП Аеліта	72,9	18,5	7,5	1,1	5,2	55,7	34,7	4,4
МПП Відзнака	6,2	61,9	22,8	9,1	26,5	49,8	19,9	3,7
МПП Дарунок	62,8	5,9	29,4	1,9	0,2 ^{ns}	52,0	39,2	8,6
МПП Довіра	79,7	6,6	9,9	3,8	14,9	21,9	60,5	2,7
Еритроспермум 60667	85,1	13,3	0,04 ^{ns}	1,6	19,4	34,5	38,0	8,1
Еритроспермум 60724	95,1	3,4	0,2 ^{ns}	1,3	58,7	6,2	33,1	2,0
Еритроспермум 60793	87,9	5,8	4,9	1,4	32,0	5,7	57,3	5,0
Лютесценс 37548	78,4	10,5	9,3	1,8	2,4	62,7	26,8	8,0
Лютесценс 60049	73,6	8,2	17,6	0,7	1,8	86,9	6,5	4,8
Лютесценс 60293	31,2	44,4	22,7	1,7	20,6	36,1	39,5	3,8
Лютесценс 60302	81,6	16,1	1,1	1,3	1,2	71,5	24,5	2,8
Лютесценс 60400	49,3	43,4	4,9	2,4	11,9	82,4	3,3	2,3
Лютесценс 60702	70,9	17,6	6,7	4,8	17,8	48,6	30,2	3,5
Лютесценс 60734	78,2	13,4	5,9	2,6	0,3 ^{ns}	67,8	28,9	3,0
Лютесценс 60816	89,1	7,7	2,3	0,8	56,7	20,5	18,2	4,6

Примітка: ns – несуттєвий вплив.

Відзначено, що маса 1000 зерен для селекційної лінії Лютесценс 60400 залежала як від року (49,3 %), так і від строку (43,4 %), однак частка впливу саме року була вищою. Визначальний вплив строку сівби на згаданий показник отримано для сорту МПП Відзнака (61,9 %) та селекційної лінії Лютесценс 60293 (44,4 %). Найбільшу (22,3–29,4 %) частку впливу взаємодії чинників рік × строк сівби встановлено для МПП Роксолана, МПП Відзнака, МПП Дарунок та Лютесценс

60293, а найменшу (1,1–2,3 % за $p \leq 0,01$) – для Лютесценс 60302, МПП Ніка, Подольянка, Лютесценс 60816. Виявлено мінімальний, але достовірний вплив року на масу 1000 зерен у сорту МПП Відзнака (6,2 %), строку сівби – в селекційної лінії Еритроспермум 60724 (3,4 %).

Формування натури зерна селекційних ліній Еритроспермум 60724 та Лютесценс 60816 визначалося умовами року (відповідно 58,7 і 56,7 %). Конститутивну частку впливу взаємодії

чинників рік × строк сівби на згаданий показник виявлено для МП Довіра (60,5 %), Еритроспермум 60793 (57,3 %), МП Ніка (51,7 %). Відзначено подібний вплив строку сівби та взаємодії чинників рік × строк сівби на натуру зерна для сорту МП Феєрія (відповідно 45,9 і 44,1 %) та селекційних ліній Еритроспермум 60667 (відповідно 34,5 і 38,0 %), Лютесценс 60293 (відповідно 36,1 і 39,5 %).

Висновки. У центральній частині Лісостепу України виявлено, що умови з більшим вологозабезпеченням позитивно впливають на крупність та виповненість зерна пшениці м'якої озимої.

У середньому за роками та генотипами спостерігали зниження фізичних показників якості зерна зі зміщенням строку сівби до більш пізніх термінів. Однак для окремих сортів та селекційних ліній простежували відмінності впливу строку сівби на формування досліджуваних ознак.

Визначено помірну ($CV = 6,0 \%$) варіацію маси 1000 зерен залежно від

строку сівби в селекційній лінії Лютесценс 60293, інші генотипи як за масою 1000 зерен, так і за натурою зерна характеризувалися слабкою ($CV < 5 \%$) варіабельністю.

Встановлено найбільший вплив умов року вирощування (49,9 %) на масу 1000 зерен та генотипу (37,6 %) – на натуру зерна. Маса 1000 зерен найменше залежала від взаємодії чинників рік × строк сівби (0,04 %), а натура зерна – від умов року (2,1 %).

Виокремлено генотипи пшениці м'якої озимої, які достовірно перевищували стандарт за масою 1000 зерен – МП Дарунок (45,7 г), Лютесценс 60400 (45,3 г), МП Аеліта (44,5 г), Еритроспермум 60724 (44,5 г), Еритроспермум 60667 (44,4 г), Лютесценс 37548 (44,1 г). За натурою зерна сорт МП Відзнака (798 г/л) та селекційна лінія Еритроспермум 60667 (798 г/л) перевищували сорт Подолянка в межах найменшої істотної різниці.

Список використаної літератури

1. Бірта Г. О., Бургу Ю. Г. Товарознавство сировини, матеріалів та засобів виробництва. Рослинна і тваринна сировина. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 370 с.
2. Виробництво добавового, базового і сертифікованого насіння пшениці озимої та ярої / за ред. А. А. Сіроштан, В. П. Кавунця. Миронівка, 2019. 72 с.
3. Грицевич Ю. С., Самець Н. П., Сидорук Г. П. Продуктивність пшениці озимої за різних строків сівби в Західному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 2. С. 46–57.
4. Завадська О. В., Байба Т. А. Якість зерна пшениці озимої м'якої різних сортів. *Modern engineering and innovative technologies*. 2019. Iss. 7, part 2. P. 20–23. DOI: 10.30890/2567-5273.2019-07-02-026.
5. Запобігання негативному впливу фаз циклу сонячної активності на виробництво пшениці озимої / О. І. Дребот та ін. *Науково-інноваційний розвиток агропромисловості як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра* : матеріали V Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 18–19 квіт. 2024 р.). Вінниця : ТВОРИ, 2024. С. 14–15.
6. Кривенко А. І. Вплив строків сівби на польову схожість та тривалість проходження фенофаз розвитку рослин озимих зернових культур.

References

1. Birta H. O., Burhu Yu. H. Commodity science of raw materials and means of production. Plant and animal raw materials. Kyiv : Tsentru uchbovoi literatury, 2017. 370 p.
2. Production of pre-basic, basic and certified winter and spring wheat seeds / A. A. Siroshstan, V. P. Kavunets (Eds). Myronivka, 2019. 72 p.
3. Hrytsevych Yu. S., Samets N. P., Sydoruk H. P. The productivity of winter wheat at different planting times in the Western Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*. 2017. Iss. 2. P. 46–57.
4. Zavadzka O. V., Baiba T. A. Quality of grain of the winter soft wheat of different varieties. *Modern engineering and innovative technologies*. 2019. Iss. 7, part 2. P. 20–23. DOI: 10.30890/2567-5273.2019-07-02-026.
5. Prevention of the negative influence of the phases of the solar activity cycle on the production of winter wheat / O. I. Drebot et al. *Naukovo-innovatsiyni rozvytok ahrovyrobnytstva yak zaporuka prodovolchoi bezpeky Ukrainy: vchora, sohodni, zavtra* : materialy V Vseukr. nauk.-prakt. konf. (m. Kyiv, 18–19 kvit. 2024 r.). Vinnytsia : TVORY, 2024. P. 14–15.
6. Kryvenko A. I. Influence of sowing time on field germination and duration of phenophase development of winter grain crops. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2019.

Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 101, ч. 1. С. 103–112. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.110-1.14.

7. Лихочвор В., Костючко С. Продуктивність колоса озимої пшениці. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 17. С. 22–24. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/176-produktyvnist-kolosa-ozymoi-pshenytsi-prodovzhennia-rochatok-u-14-16.html> (дата звернення: 22.05.2024).

8. Любич В. В. Фізичні показники якості зерна пшениці озимої залежно від сорту. *Новітні агротехнології*. 2013. № 1 (1). С. 62–70. DOI: 10.21498/na.1(1).2013.119728.

9. Мінливість маси 1000 зерен генотипів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від екологічних і агротехнічних чинників / О. А. Демидов та ін. *Агроєкологічний журнал*. 2021. № 3. С. 61–71. DOI: 10.33730/2077-4893.3.2021.240323.

10. Особливості технологій вирощування озимих зернових культур під урожай 2020 року / О. Ф. Стасів та ін. Львів-Оброшине, 2019. 44 с.

11. Сайко В. Ф., Свидинок І. М., Кононюк Л. М. Технологія вирощування високоякісного зерна пшениці озимої в Лісостепу та Поліссі України. *Посібник українського хлібороба*. Київ : Welcome, 2009. С. 45–48.

12. Ткачук В. П., Тимощук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98, № 3 (804). С. 38–44. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-05.

13. Улянич І. Ф. Круп'яні властивості зерна пшениці м'якої озимої залежно від сорту. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 96, ч. 1. С. 572–582. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-572-582.

14. A study of factors influencing the water absorption capacity of Canadian hard red winter wheat / H. Sapirstein et al. *Journal of Cereal Science*. 2018. Vol. 81. P. 52–59. DOI: 10.1016/j.jcs.2018.01.012.

15. Deivasigamani S., Swaminathan C. Evaluation of seed test weight on major field crops. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*. 2018. Vol. 4, iss. 1. P. 8–11. DOI: 10.20431/2454-6224.0401001.

16. Dissection of genetic basis underpinning kernel weight-related traits in common wheat / S. Li et al. *Plants*. 2021. Vol. 10, iss. 4. P. 713–727. DOI: 10.3390/plants10040713.

17. Effect of habitat and foliar fertilization with K, Zn and Mn on winter wheat grain and baking qualities / M. Sobolewska et al. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, iss. 2. P. 276–297. DOI: 10.3390/agronomy10020276.

18. Gandjaeva L. Effect of sowing date on yield of winter wheat cultivars Grom, Asr and Kuma in Khorezm region. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 25, no. 3. P. 474–479.

19. Grain and flour wheat quality modified by genotype, availability of nitrogen, and growing season / C. V. Valdes et al. *International Journal of Agronomy*.

Iss. 101, part 1. P. 103–112. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.110-1.14.

7. Lykhochvor V., Kostiuchko S. Productivity of winter wheat spike. *Ahrobiznes sohodni*. 2011. No. 17. P. 22–24. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/176-produktyvnist-kolosa-ozymoi-pshenytsi-prodovzhennia-pochatok-u-14-16.html> (last accessed: 22.05.2024).

8. Lubyh V. V. Physical characteristics of winter wheat grain quality depending on the variety. *Novitni ahrotekhnologii*. 2013. No. 1 (1). P. 62–70. DOI: 10.21498/na.1(1).2013.119728.

9. Variability of the weight of 1000 grains of winter soft wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes depending on ecological and agrotechnical factors / O. A. Demydov et al. *Ahroekologichnyi zhurnal*. 2021. No. 3. P. 61–71. DOI: 10.33730/2077-4893.3.2021.240323.

10. Peculiarities of technologies for growing winter grain crops for the harvest of 2020 / O. F. Stasiv et al. Lviv-Obroshyne, 2019. 44 p.

11. Saiko V. F., Svydyniuk I. M., Kononiuk L. M. Technology of growing high-quality winter wheat grain in the Forest-Steppe and Polissia of Ukraine. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. Kyiv : Welcome, 2009. P. 45–48.

12. Tkachuk V. P., Tymoshchuk T. M. Influence of terms of sowing on the productivity of winter wheat. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2020. Vol. 98, no. 3 (804). P. 38–44. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-05.

13. Ulianych I. F. Grits properties of soft winter wheat grain depending on variety. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS*. 2020. Iss. 96, part 1. P. 572–582. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-572-582.

14. A study of factors influencing the water absorption capacity of Canadian hard red winter wheat / H. Sapirstein et al. *Journal of Cereal Science*. 2018. Vol. 81. P. 52–59. DOI: 10.1016/j.jcs.2018.01.012.

15. Deivasigamani S., Swaminathan C. Evaluation of seed test weight on major field crops. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*. 2018. Vol. 4, iss. 1. P. 8–11. DOI: 10.20431/2454-6224.0401001.

16. Dissection of genetic basis underpinning kernel weight-related traits in common wheat / S. Li et al. *Plants*. 2021. Vol. 10, iss. 4. P. 713–727. DOI: 10.3390/plants10040713.

17. Effect of habitat and foliar fertilization with K, Zn and Mn on winter wheat grain and baking qualities / M. Sobolewska et al. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, iss. 2. P. 276–297. DOI: 10.3390/agronomy10020276.

18. Gandjaeva L. Effect of sowing date on yield of winter wheat cultivars Grom, Asr and Kuma in Khorezm region. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 25, no. 3. P. 474–479.

19. Grain and flour wheat quality modified by genotype, availability of nitrogen, and growing season / C. V. Valdes et al. *International Journal of Agronomy*.

2020. Vol. 2020. ID 1974083. 9 p. DOI: 10.1155/2020/1974083.

20. Influence of sowing date on the growth and yield performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties / U. Madhu et al. *Archives of Agriculture and Environmental Science*. 2018. Vol. 3, iss. 1. P. 89–94. DOI: 10.26832/24566632.2018.0301014.

21. Kovalenko N., Hloba O. The model of regional development of agrarian science in Ukraine: the relationship between a centenary past and today. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11, iss. 4. P. 845–856. DOI: 10.31407/ijees11.423.

22. Modeling the effects of extreme high-temperature stress at anthesis and grain filling on grain protein in winter wheat / R. Osman et al. *The Crop Journal*. 2021. Vol. 9, iss. 4. P. 889–900. DOI: 10.1016/j.cj.2020.10.001.

23. The yield of winter wheat depending on sowing terms / V. F. Petrychenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, iss. 3. P. 161–166. DOI: 10.15421/2021_158.

2020. Vol. 2020. ID 1974083. 9 p. DOI: 10.1155/2020/1974083.

20. Influence of sowing date on the growth and yield performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties / U. Madhu et al. *Archives of Agriculture and Environmental Science*. 2018. Vol. 3, iss. 1. P. 89–94. DOI: 10.26832/24566632.2018.0301014.

21. Kovalenko N., Hloba O. The model of regional development of agrarian science in Ukraine: the relationship between a centenary past and today. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11, iss. 4. P. 845–856. DOI: 10.31407/ijees11.423.

22. Modeling the effects of extreme high-temperature stress at anthesis and grain filling on grain protein in winter wheat / R. Osman et al. *The Crop Journal*. 2021. Vol. 9, iss. 4. P. 889–900. DOI: 10.1016/j.cj.2020.10.001.

23. The yield of winter wheat depending on sowing terms / V. F. Petrychenko et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, iss. 3. P. 161–166. DOI: 10.15421/2021_158.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-7

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.81:631.559:633.15

**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ТА СПОСОБІВ ДОГЛЯДУ
ЗА ПОСІВАМИ НА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ****О. І. Трембіцька, С. Г. Столяр, І. С. Рибак, С. А. Тетера**

Поліський національний
університет
вул. Старий бульвар, 7, Житомир,
Житомирська обл., 10002

Про авторів:

Оксана ТРЕМБІЦЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-1152-0215

Світлана СТОЛЯР,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-5925-2008

Інна РИБАК,
магістр

Сергій ТЕТЕРА,
магістр

Для листування:

Оксана ТРЕМБІЦЬКА
e-mail:
ksyusha.trembitskaya@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки України

Отримано:

5 серпня 2024 р.

Погоджено до друку:

13 серпня 2024 р.

Тепер кукурудза є важливим джерелом поживних речовин в раціоні людини, а також величезним енергетичним кормом з найбільшою перетравністю серед зернових культур. Однією з найважливіших задач є збільшення виробництва зерна кукурудзи. Бувши однією з технологічних культур, вимогливою до умов вирощування, є найбільш продуктивною кормовою культурою. Врожайність залежить не тільки від родючості ґрунту, а й від методів його обробки та вирощування. Однією з причин, що стримує зростання виробництва зерна кукурудзи, є висока засміченість посівів. У даній статті досліджено вплив різних технологій вирощування та способів догляду за посівами кукурудзи на продуктивність. Показано, що найвищу врожайність та ефективний захист від бур'янів отримують за оптимального поєднання хімічних і механічних методів догляду за посівами.

Ключові слова: кукурудза, обробіток ґрунту, гербіциди, чизелювання, передпосівна культивуація.

Influence of growing technologies and care methods for crops on corn yield

Polissia National University
Staryi Blvd street, 7, Zhytomyr,
Zhytomyr region, 10002

About authors:

Oksana TREMBITSKA
ORCID: 0000-0003-1152-0215

Svitlana STOLIAR
ORCID: 0000-0001-5925-2008

Inna RYBAK

Serhii TETERA

For corresponding:

Oksana TREMBITSKA
e-mail:
ksyusha.trembitskaya@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Science of
Ukraine

Received:

August 5, 2024

Accepted:

August 13, 2024

Currently, corn is an important source of nutrients in the human diet and a huge energy feed with the highest digestibility among grain crops. One of the most important tasks is to increase the production of corn grain. Being one of the technological crops demanding growing conditions, corn is the most productive fodder crop. The yield of corn depends not only on the fertility of the soil but also on the methods of its processing and cultivation. One of the reasons that restrain the growth of corn grain production is the high level of clogging of crops. This article examines the impact of various growing technologies and ways of caring for corn crops on productivity. It is shown that the highest yield and effective protection against weeds are obtained with an optimal combination of chemical and mechanical methods of crop care.

Keywords: corn, tillage, herbicides, chiseling, pre-sowing cultivation.

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

Вступ. Кукурудза є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі. Її значення важко переоцінити, оскільки вона відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки, економічному розвитку та культурному житті держави.

У зерні міститься багато жиру та крохмалю, вітаміни групи В, С, а також мікроелементи: магній, фосфор, залізо. Вона є важливим сировинним матеріалом для харчової промисловості (виробництво круп, борошна, крохмалю, сиропів тощо). Кукурудзяна олія використовується в харчовій промисловості та для технічних цілей [6, 11].

Завдяки своїй високій поживній цінності вона служить основним кормом для більшості сільськогосподарських тварин упродовж рік, а також є кращою силосною культурою. Так, в 1 кг зерна

оптимальної вологості (14–16 %) міститься 8–12 % білку, 4–6 % жиру, 65–70 % вуглеводів, а також вітаміни [10, 11, 18].

Відзначимо, що кукурудза широко використовується для виробництва біоетанолу, що є альтернативним джерелом енергії. А в хімічній промисловості її додають при виготовленні пластмас, клеїв, текстилю тощо [6, 9].

Культура має високу потенційну врожайність і добре адаптується до різних кліматичних умов. Є важливою культурою у ланці сівозміни, допомагаючи зберігати родючість ґрунту. Тому, культура є надзвичайно цінною з погляду харчування, економіки та для промисловості.

Особливо важливе місце кукурудза займає в Україні, де вона є однією з головних зернових культур. Україна входить до числа провідних світових виробників та експортерів цієї культури. За

останніми даними, посівні площі в Україні становлять близько 5 млн га, що робить її однією з найбільших культур за обсягами посівів у країні. Щороку українські аграрії збирають понад 30 млн т зерна, значна частина якого йде на експорт, забезпечуючи вагомий внесок у національну економіку [5, 8, 12].

Проте, лімітним фактором, що значно стримує зростання виробництва зерна є висока забур'яненість посівів. Бур'яни споживають величезну кількість води та поживних речовин з ґрунту. В результаті нестачі вологи та живлення сповільнюється розвиток качана, спостерігається безпліддя рослин. При наявності великої кількості безплідних рослин урожайність зерна різко знижується.

Тому, важливим заходом агротехніки для підвищення продуктивності культури й регулювання сегетальної рослинності у фітоценозах є обробіток ґрунту. Його частка у знищенні бур'янів складає від 30 до 40 %. Отже, ефективне знищення бур'янової рослинності поєднанням механічного методу й хімічного захисту посівів сприятиме значному підвищенню урожайності зерна кукурудзи.

Вивчення впливу обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи є актуальним напрямком досліджень багатьох українських та закордонних науковців. Їхні роботи дозволяють розробити оптимальні технології вирощування цієї важливої та цінної культури й підвищити її урожайність. С. В. Тараненко, Т. О. Чайка, Я. М. Тюпка вивчали агрономічну ефективність різних способів основного обробітку ґрунту на посівах культури [8]. Інший ряд науковців [2] займалися дослідженням впливу технологій обробітку ґрунту на її урожайність, а також вивчали питання екологічної безпеки агротехнічних заходів. Е. А. Захарченко та О. М. Дацько визначали вміст легкогідролізованого азоту та структурність ґрунту за різних способів основного обробітку ґрунту [4].

Серед закордонних учених, які вивчали вплив обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи, є багато відомих

агрономів і дослідників. Ратнакар Трипати (Ratnakar Tripathi) – вчений з Індії, який проводив дослідження з вивченням впливу різних способів обробітку ґрунту на врожайність й зосереджувався на стійких сільськогосподарських практиках. Кеннет Кассман (Kenneth G. Cassman) – американський агроном, відомий своїми дослідженнями в галузі управління ґрунтом і рослинами. Він вивчав різні аспекти підвищення урожайності через оптимізацію обробітку ґрунту. Роланд Бонгардт (Roland Bongardt) – німецький дослідник, який працював над удосконаленням систем обробітку ґрунту для підвищення врожайності кукурудзи в Європі. Філіпп Вілкокс (Philip Wilcox) – австралійський науковець, який досліджував взаємодію між ґрунтовими умовами та урожайністю культури. Його роботи зосереджені на мінімальному обробітку ґрунту та його впливі на продуктивність. Франсуа Сінгар (Francois Singar) – французький агроном, який вивчав вплив обробітку ґрунту та сівозміни на урожайність. Його дослідження охоплюють різні регіони світу [15, 16, 19, 20].

Нині питаннями впливу забур'яненості агроценозів кукурудзи на її урожайність займається широке коле вітчизняних науковців, зокрема: С. О. Вялого [1], М. С. Шевченко [10, 11], С. П. Танчика [7] та інших [3, 9, 14]. У їх дослідженнях наголошується на постійному оновленні асортименту гібридів, а також дозволених до використання гербіцидів з обов'язковим урахуванням відчутних змін клімату, що зумовлює необхідність постійного пошуку ефективних заходів регулювання чисельності бур'янів у фітоценозах кукурудзи.

Тому метою проведених досліджень було вивчення впливу технологій за різного обробітку ґрунту та догляду за посівами на урожайність кукурудзи.

Матеріали і методи. Польові дослідження з вивчення різних способів обробітку ґрунту та захисту фітоценозів кукурудзи від сегетальної рослинності

проводилися упродовж 2021–2023 рр. в умовах ФГ «Панчук Плюс» Вінницької області. Технологія вирощування загальноприйнята для регіону, окрім досліджуваних елементів. Вивчався взаємний вплив способів обробітку ґрунту (фактор А) й захисту фітоценозів від сегетальної рослинності (фактор В) на урожайні властивості культури. Досліджували гібрид Амарок 290.

Облікова площа ділянок досліду – 50 м², з чотириразовою повторністю, розміщення варіантів – послідовне.

Схема досліджень включала 3 варіанти. У першому варіанті (рис. 1а) агротехніка під культуру була базовою (загальноприйнятою) для зони і використовувалася в багатьох господарствах, включає наступні польові операції:

- досходове боронування;
- обробка посівів препаратом МайсТер Пауер OD, МД у нормі 1,25 л/га;
- перший міжрядний обробіток;

– другий міжрядний обробіток (чизелювання).

За другим досліджуваним варіантом вирощували без застосування хімічних засобів захисту рослин, за безгербіцидною технологією (рис. 1б). Схема проходження операцій виглядала наступним чином:

- досходове боронування;
- боронування по сходах;
- перша міжрядна культивування;
- другий міжрядний обробіток;
- третій міжрядний обробіток з підгортанням.

Третій варіант досліду – вирощування за гербіцидною технологією (рис. 1в). Перелік технологічних операцій у цьому варіанті був наступним:

- досходове боронування;
- боронування по сходах;
- обробка посівів препаратом Гроділ Максі 375 OD, МД в нормі 0,1 л/га;
- перший міжрядний обробіток;
- другий міжрядний обробіток;
- третій міжрядний обробіток з підгортанням.



Рис. 1. Дослідні ділянки кукурудзи за різних технологій вирощування: а – загальноприйнята, б – безгербіцидна, в – гербіцидна

Сівбу гібрида Амарок 290 проводили в рекомендовані агростроки при прогріванні ґрунту до 10–12 °С з встановленою нормою висіву 75 тис. шт./га. Густота стояння рослин у посівах повинна бути оптимальною, оскільки це запорука вищого врожаю зерна, навіть за умови нестачі вологи в ґрунті. Схема посіву – однорядкова, з шириною міжрядь 70 см. Початкова вологість ґрунту на момент

сівби в шарах від 0 до 15 см була в межах 31,5–35,5 %, що сприяло швидким і дружнім сходам. Середня кількість бур'янів, що вегетують на дослідних ділянках становила 125 шт./м² за їх середньої висоти 2 см. При обприскуванні посівів гербіцидами у фазі 3–5 листків кукурудзи та на ранніх стадіях росту бур'янів у суміші додають з 1 л/га ад'юванту Біопауер, ВРК (276,5 г/л) при

витраті робочої рідини – 200 л/га. Збирання на досліджуваних ділянках проводили зернозбиральним комбайном ACROS 580.

Ґрунт дослідної ділянки належить до чорноземів типових, середньогумусних, важкосуглинкових, які характеризуються високими сільськогосподарськими властивостями.

Метеорологічні умови в період 2019–2023 рр. були різноманітними, що дало змогу більш повно вивчити досліджувані фактори. Нині, спостерігається постійне зростання середньорічної температури повітря, яка перевищує багаторічну норму. Це свідчить про тенденцію до потепління в регіоні. Усі роки з 2021 по 2023 мали середньорічні температури вище багаторічної норми в межах 0,6–1,2 °С. Найвища середньорічна температура спостерігалася у 2023 р. (9,1 °С), що перевищує багаторічну норму на 1,1 °С.

Кількість опадів за останні роки була нижчою за багаторічну норму. Особливо сухими були 2022 та 2023 рр., коли кількість опадів була суттєво меншою за норму (520 мм та 500 мм відповідно). Тільки 2021 р. мав кількість опадів, яка дорівнювала нижній межі багаторічної норми (600 мм).

Статистична обробка отриманих даних здійснювалася за допомогою прикладних комп'ютерних програм.

Результати та обговорення.

Основними факторами навколишнього середовища, що лімітують урожайність кукурудзи та можливість її вирощування на певних територіях, є тепло і волога. Чим вища теплозабезпеченість, тим помітніша перевага її стосовно інших культур. Нестача вологи в ґрунті на будь-якому етапі розвитку рослин призводить до зниження врожайності.

Один з ключових факторів, що впливає на урожайність кукурудзи, є обробіток ґрунту. Правильна підготовка ґрунту сприяє покращенню його структури, збереженню вологи та забезпеченню

оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Різні способи обробітку ґрунту, включаючи оранку, дискування, культивування та нульовий обробіток, мають свої переваги та недоліки, які можуть суттєво впливати на урожайність. Дослідження показують, що вибір правильного способу обробітку може значно підвищити ефективність використання ресурсів та сприяти стабільному зростанню врожайності.

Контроль бур'янів є одним з ключових аспектів успішного вирощування кукурудзи. Сегетальна рослинність може суттєво знизити урожайність культури, конкуруючи за вологу, поживні речовини та світло. Ефективність контролю бур'янів залежить від багатьох факторів, зокрема від вибору системи основного обробітку ґрунту. Різні способи обробітку ґрунту, мають свої переваги та недоліки у контексті боротьби з бур'янами. Правильний вибір системи обробітку може значно підвищити ефективність гербіцидів, зменшити популяцію бур'янів та покращити загальний стан посівів культури.

За результатами проведеного моніторингу упродовж 2021–2023 рр. у посівах кукурудзи визначено видовий склад сегетальної рослинності та частоту трапляння найпоширеніших видів бур'янів.

Найпоширенішими видами були осот рожевий (*Cirsium arvense* L.) і жовтий (*Sonchus asper* L.), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), молочай верболистий (*Euphorbia stricta* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.), ромашка непахуча (*Matricaria perforata* Merat.) та інші (рис. 2).

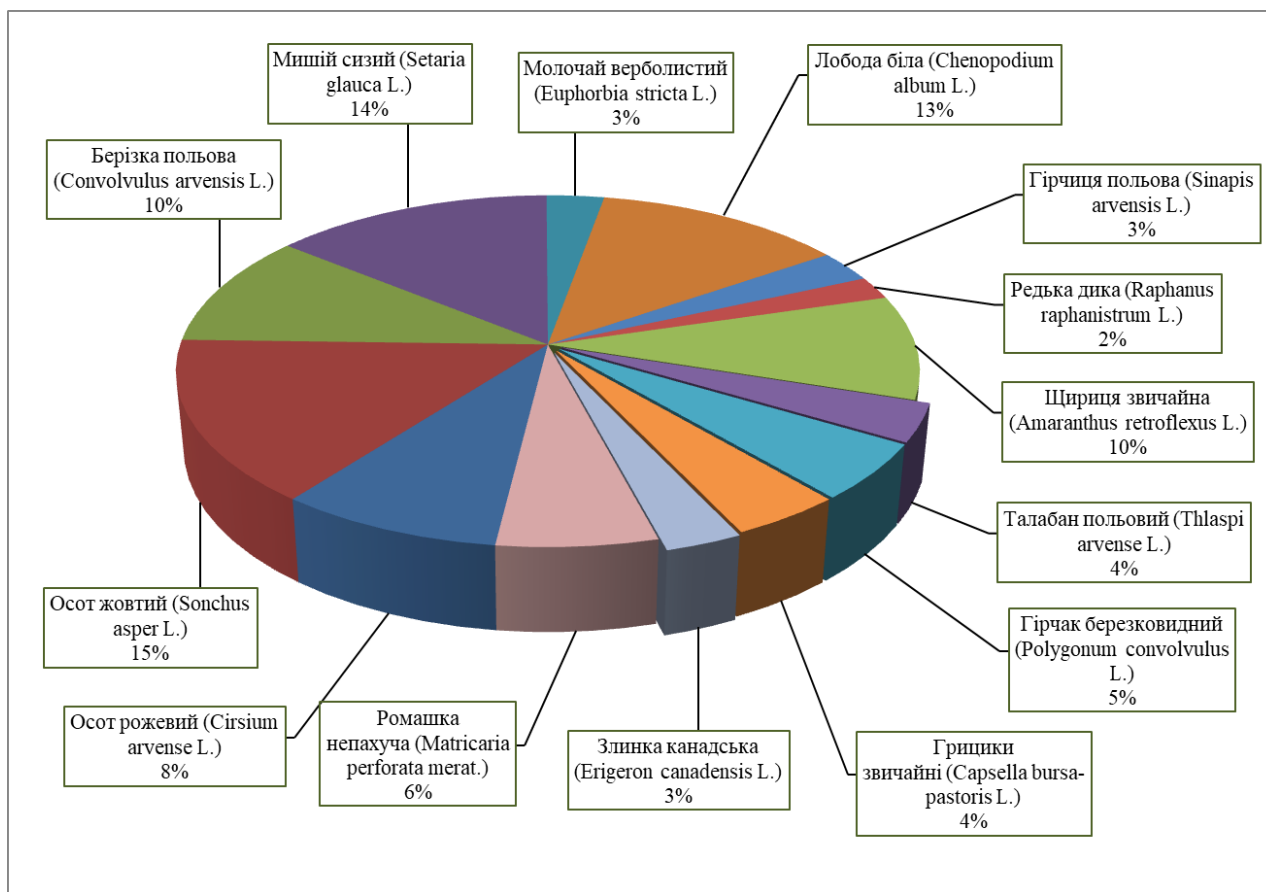


Рис. 2. Структура видового складу популяцій бур'янів у фітоценозах кукурудзи у Лісостепу України, 2021–2023 рр.

Встановлено, що у фітоценозах кукурудзи найбільш численними видами бур'янів були: осот жовтий (*Sonchus asper* L.) – 18–38,1 шт./м², мишій сизий (*Setaria glauca* L.) – 24,6–37,8, лобода біла (*Chenopodium album* L.) – 15,3–31,8, берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.) – 10,8–26,9 шт./м². Серед дводольних малорічних: щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) – 8,4–22,8 шт./м², ромашка непахуча (*Matricaria perforate* Merat.) – 6,4–15,8, гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus* L.) – 7,5–13,9, грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.) – 6,2–15,7 і талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.) – 4,4–10,8 шт./м². Менш численними були: злінка канадська (*Erigeron canadensis* L.) – 3,2–7,6 шт./м², молочай верболистий (*Euphorbia stricta* L.) – 3,6–6,2, гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.) – 2,4–5,1, редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.) – 1,2–3,6 шт./м².

Бур'яни завдають значної шкоди сільському господарству, знижуючи урожайність, погіршуючи якість фітопродукції, збільшуючи витрати на її вирощування й негативно впливаючи на довкілля. Результати моніторингу посівів кукурудзи у сільськогосподарських підприємствах різних форм господарювання Вінницької області представлені на рис. 3.

Відзначимо, що бур'яни конкурують з рослинами кукурудзи за воду, світло, поживні речовини, що призводить до зниження її росту, розвитку та врожайності. Високі бур'яни затінюють рослини, що негативно впливає на фотосинтез та може призвести до загибелі сходів. Вони також поглинають з ґрунту поживні речовини, необхідні рослинам, що призводить до його виснаження. Насіння може бути забрудненим насінням бур'янів, що значно знижує її якість. А також вони можуть надавати фітопродукції неприємного

запаху та смаку (берізка польова, лобода біла, щиріця звичайна, злінка канадська). Від так, моніторинг і контроль сегетальної рослинності у посівах кукурудзи є

важливим та необхідним прийомом. Частота трапляння варіювала від 6,5 до 82,4 % та залежала від метеорологічних умов й агротехніки вирощування.

Вид	Відсоток бур'янів у фітоценозі		
	2021	2022	2023
<i>Sonchus asper</i> L.	+++	+++	+++
<i>Cirsium arvense</i> L.	+++	+++	+++
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+++	+++	+++
<i>Setaria glauca</i> L.	+++	+++	+++
<i>Euphorbia stricta</i> L.	+	+	+
<i>Chenopodium album</i> L.	+++	+++	+++
<i>Sinapis arvensis</i> L.	+	+	+
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	+	+	+
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+++	+++	+++
<i>Thlaspi arvense</i> L.	++	++	++
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	++	++	++
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	++	++	++
<i>Erigeron canadensis</i> L.	+	+	+
<i>Matricaria perforata</i> merat.	++	++	++

Примітка: «+» – частота трапляння не більше 10 %; «++» – від 10 до 50 %; «+++» – більше 50 %.

Рис. 3. Частота трапляння бур'янів у фітоценозах кукурудзи

Вплив обробітку ґрунту на забур'янення культури може бути досить значним і залежить від кількох факторів:

під час технологічних операцій відбувається руйнування природного покриву (трав'янистого шару), що знижує

конкуренцію для бур'янів; може сприяти знищенню насіння бур'янів, які знаходяться у верхньому шарі або на поверхні.

Отже, під час експерименту передпосівна культивування дозволила звільнити поле від бур'янів на 100 %.

На всіх варіантах досліді проводили досходове боронування посівів з метою руйнування ґрунтової кірки та знищення бур'янів. До цієї операції середня кількість бур'янів на ділянках становила 3,5 шт./м². Через 20 днів, посіви варіанту 1 обприскували гербіцидом МайсТер Пауер OD, МД з нормою витрати 1,25 л/га для боротьби з однорічними, багаторічними однодольними, дводольними та злаковими бур'янами. У 2 та 3 варіантах досліді проводили боронування по сходах. Першу міжрядну культивування проводили у другому варіанті досліді. У третьому

варіанті посіви обприскували гербіцидом Гроділ Максї 375 OD, МД при нормі 0,1 л/га.

Перший міжрядний обробіток проводили на 1 і 3 варіантах, а другий міжрядний обробіток – на 2 варіанті досліді. До цього часу кількість культурних рослин в обліковій рамці площею 0,25 м² становила за варіантами відповідно 189,5 шт.; 183,0 шт.; 186,0 шт.

У 3 варіанті досліді проводили другий міжрядний обробіток з чизелюванням. Другий міжрядний обробіток з чизелюванням у 1 варіанті та третій міжрядний обробіток з підгортанням у 2 та 3 варіантах.

Після міжрядного обробітку та хімічного захисту посівів на дослідних ділянках визначали висоту культурних рослин та проводили облік забур'яненості посівів кукурудзи (рис. 4, 5).

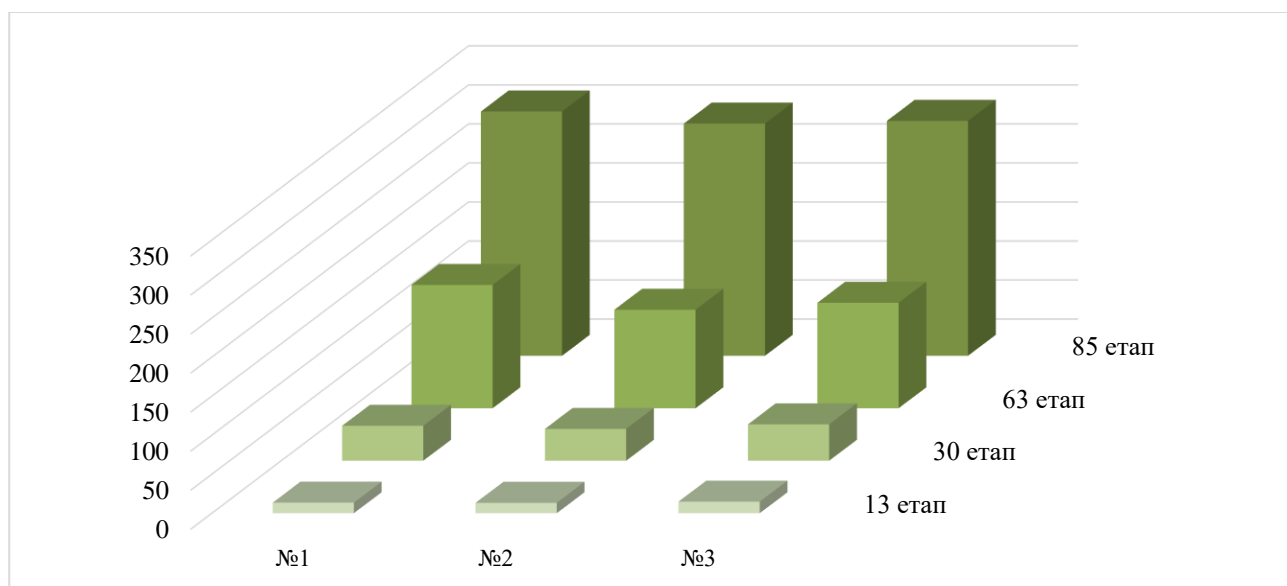


Рис. 4. Динаміка розвитку кукурудзи за шкалою ВВСН, 2021–2023 рр.

На рисунку 4 наведено динаміку розвитку кукурудзи залежно від способів обробітку ґрунту та догляду за посівами. Висота рослин за етапами органогенезу варіювала залежно від року та варіанту досліді від 13,3 до 312,9 см. Максимального значення рослини досягли на 85-му етапі розвитку – 312,9 см за традиційної технології вирощування.

Динаміка забур'яненості посівів представлена на рисунку 5. З рисунка видно, що розмір і кількість бур'янів на безгербіцидному варіанті більша, ніж на інших. Серед бур'янів переважали коренепаросткові та дводольні, а саме осоти, щиріця звичайна, лобода біла, яких було у 1,5–2 рази більше, ніж злакових.

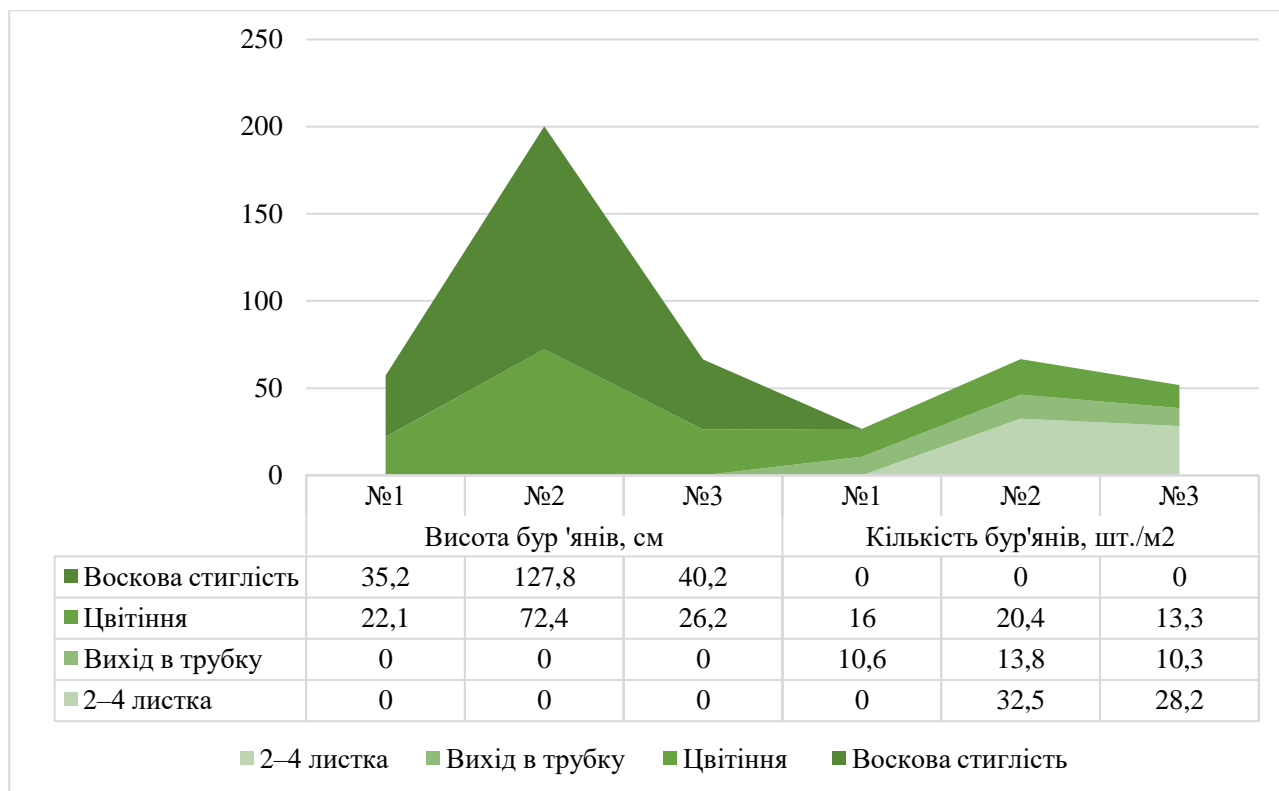


Рис. 5. Динаміка забур'яненості посівів кукурудзи, 2021–2023 рр.

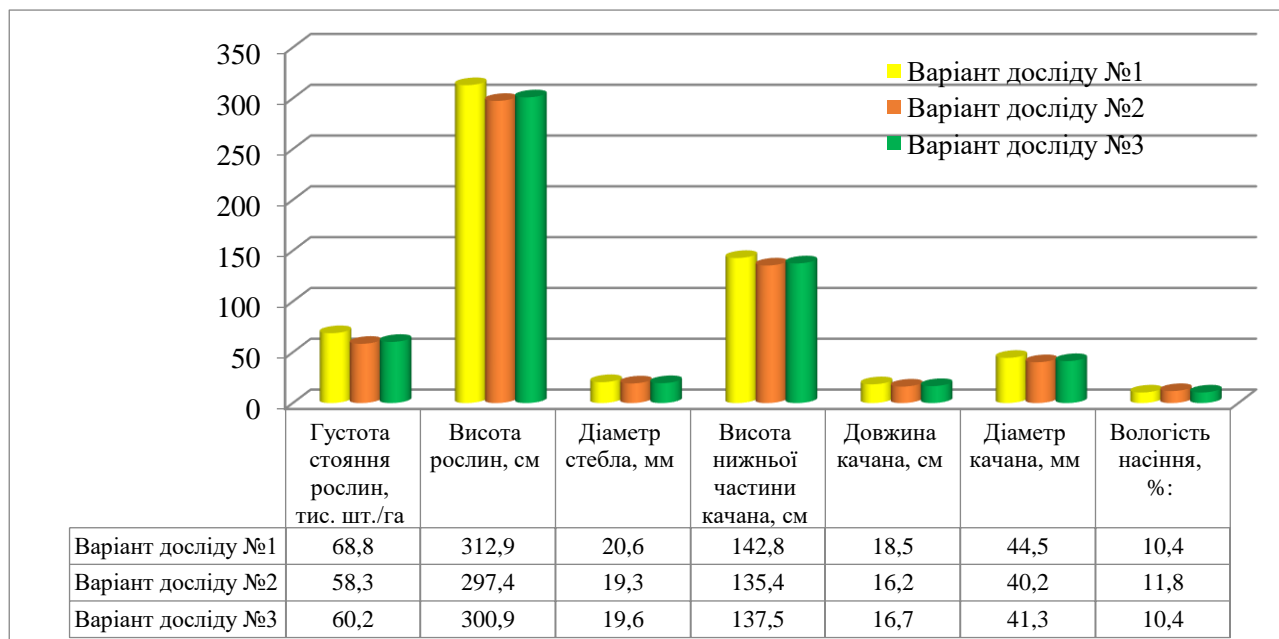


Рис. 6. Характеристика рослин кукурудзи на момент збирання, 2021–2023 рр.

Показники, що характеризують умови та якість збирання врожаю, наведені на рисунку 6.

Аналіз отриманих результатів показав, що догляд за посівами із застосуванням лише операції однорядного обробітку ґрунту не забезпечував

ефективного знищення бур'янів і, як наслідок, наявність великої кількості сегетальної рослинності у посівах кукурудзи спричинила зниження маси та густоти стояння кукурудзи, що викликало зниження урожайності.

Відзначимо, що бур'яни суттєво впливають на рівень отриманого врожаю кукурудзи. Неконтрольовані бур'яни конкурують з кукурудзою за ресурси, що знижує її потенціал росту. Вони також можуть створювати несприятливі ґрунтові умови та сприяти розвитку шкідників і хвороб. Застосування ефективних методів боротьби із сегетальною рослинністю,

таких як обробіток ґрунту, гербіциди та біологічний контроль, є критично важливим для отримання високих урожаїв кукурудзи.

На рисунку 7 відображено урожайність кукурудзи за міжрядного обробітку ґрунту та хімічного захисту фітоценозів кукурудзи від поширення небажаної сегетальної рослинності.

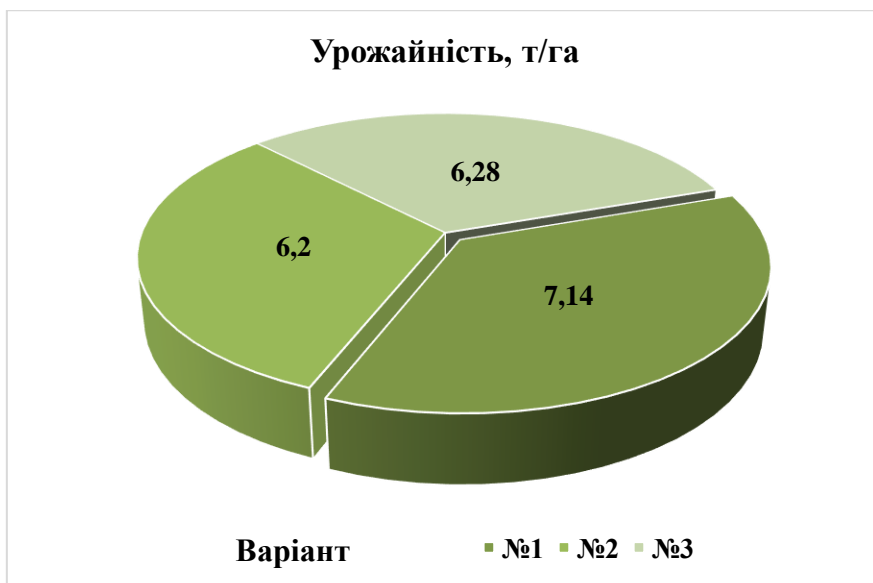


Рис. 7. Урожайність кукурудзи на варіантах дослідів, 2021–2023 рр.

Урожайність кукурудзи варіювала у роки проведення досліджень від 6,2 до 7,14 т/га. Традиційна технологія вирощування культури забезпечила отримання максимальної урожайності зерно на рівні 7,14 т/га.

Висновки. Отже, найпоширенішими видами бур'янів у фітоценозах кукурудзи були осот жовтий (*Sonchus asper* L.), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), молочай верболистий (*Euphorbia stricta* L.) і лобода біла (*Chenopodium album* L.). Частота трапляння варіювала від 6,5 до 82,4 % та залежала від метеорологічних умов й агротехніки вирощування. В результаті досліджень встановлено, що максимальну урожайність зерна 7,14 т/га отримано за загальноприйнятої технології вирощування кукурудзи. При вирощуванні культури без застосування хімічних заходів боротьби з

бур'янами врожайність становила 6,2 т/га. За гербіцидної технології прибавка врожаю становила 0,28 т/га порівняно з безгербіцидною. Однак триразовий обробіток міжрядь разом із застосуванням хімічних заходів догляду не сприяв енергозбереженню.

Таким чином, урожайність кукурудзи є результатом складних взаємодій між рослиною, ґрунтом та навколишнім середовищем. Розуміння цих взаємодій дозволило розробляти ефективні елементи технології вирощування, спрямовані на підвищення урожайності. Від так, оптимальне поєднання хімічних і механічних способів догляду (у нашому випадку загальноприйнята технологія) сприяло більш ефективному захисту рослин кукурудзи від бур'янів і дозволило отримати високий урожай.

Список використаної літератури

1. В'ялий С. О. Формування бур'янового компонента у агрофітоценозу кукурудзи залежно від систем землеробства. *Захист і карантин рослин*. 2005. Вип. 51. С. 121–132.
2. Деякі технологічні аспекти вирощування кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України / І. М. Масик та ін. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences*. 2021. № 2. С. 16–18. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v2.03>.
3. Захарченко Е. А., Дацько О. М. Вміст легкогідролізованого азоту та структурність ґрунту за різних способів основного обробітку ґрунту. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агронія і біологія*. 2018. № 9 (36). С. 119–124.
4. Зуза В. С. Вплив забур'яненості посіву на врожай кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 6. С. 15–17.
5. Масик І. М., Захарченко Е. А. Продуктивність та економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних систем основного обробітку ґрунту в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія : Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*. 2017. № 1. С. 146–154.
6. Особливості сучасних світових технологій вирощування кукурудзи / О. Л. Кліщенко та ін. Київ : ЕНЕМ, 2006. 120 с.
7. Танчик С. П. Зміна забур'яненості посівів кукурудзи під впливом різних способів основного обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 4. С. 81–86.
8. Тараненко С. В., Чайка Т. О., Тюпка Я. М. Агроекономічна ефективність різних способів основного обробітку ґрунту на посівах кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 66–72. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.08>.
9. Циков В. С., Матюха Л. П., Ткаліч Ю. І. Захист зернових культур від бур'янів у Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2012. 207 с.
10. Шевченко М. С. Бур'яни на посівах кукурудзи. *Захист рослин*. 2000. № 19. С. 7–9.
11. Шевченко М. С., Шевченко О. М., Парлікокошко М. С. Фактори контролювання забур'яненості і продуктивність гібридів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2006. № 29. С. 19–21.
12. Шляхи зростання ефективності виробництва зерна кукурудзи / М. Г. Собко та ін. 2022. 28 с.
13. Alori E. T., Adekiya A. O., Adegbite K. A. Impact of Agricultural Practices on Soil Health. *Soil Health*. 2020. P. 89–98. *Springer International Publishing*. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44364-1>.
14. Effect of subsoiling depth on soil physical properties and summer maize (*Zea mays* L.) yield

References

1. Vialyi S. O. Formation of a weed component in corn agrophytocenosis depending on farming systems. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 2005. Issue 51. P. 121–132.
2. Some technological aspects of growing corn for grain in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine / I. M. Masyk et al. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences*, 2021. No. 2. P. 16–18. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v2.03>.
3. Zakharchenko E. A., Datsko O. M. The content of easily hydrolyzed nitrogen and soil structure under different methods of basic tillage. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya. «Ahronomiia i biolohiia»*. 2018. No. 9 (36). P. 119–124.
4. Zuza V. S. Influence of weediness of crops on the yield of corn. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2004. No. 6. P. 15–17.
5. Masyk I. M., Zakharchenko E. A. Productivity and economic efficiency of growing corn for grain under different systems of basic tillage in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V.V. Dokuchaieva. Seriya : Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv*. 2017. No. 1. P. 146–154.
6. Features of modern world technologies of corn cultivation / O. L. Klishchenko et al. Kyiv : ENEM, 2006. 120 p.
7. Tanchyk S. P. Changes in weediness of corn crops under the influence of different methods of basic tillage. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 1996. No. 4. P. 81–86.
8. Taranenko S. V., Chaika T. O., Tiupka Y. M. Agroeconomic efficiency of different methods of basic tillage on corn crops. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2019. No. 4. P. 66–72. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.08>.
9. Tsikov V. S., Matiukha L. P., Tkalich Y. I. Protection of grain crops from weeds in the Steppe of Ukraine. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva*. 2012. 207 p.
10. Shevchenko M. S. Weeds on corn crops. *Zakhyst roslyn*. 2000. No. 19. P. 7–9.
11. Shevchenko M. S., Shevchenko O. M., Parlikokoshko M. S. Factors of weed control and productivity of corn hybrids. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva*. 2006. No. 29. P. 19–21.
12. Ways to increase the efficiency of corn grain production / M. G. Sobko et al. 2022. 28 p.
13. Alori E. T., Adekiya A. O., Adegbite K. A. Impact of Agricultural Practices on Soil Health. *Soil Health*. 2020. P. 89–98. *Springer International Publishing*. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44364-1>.
14. Effect of subsoiling depth on soil physical properties and summer maize (*Zea mays* L.) yield / S. Wang et al. *Plant, Soil and Environment*. 2019.

/ S. Wang et al. *Plant, Soil and Environment*. 2019. Vol. 65. P. 131–137. URL: <https://doi.org/10.17221/703/2018-PSE>

15. Effects of temperature stress on the accumulation of ascorbic acid and folates in sweet corn (*Zea mays* L.) seedlings / N. Xiang et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 100 (4). P. 1694–1701.

16. Maize Seedling Establishment, Grain Yield and Crop Water Productivity Response to Seed Priming and Irrigation Management in a Mediterranean Arid Environment / A. M. El-Sanatawy et al. *Agronomy*. 2021. No. 11 (4). P. 756. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy11040756>.

17. Predicting Shifts in Land Suitability for Maize Cultivation Worldwide Due to Climate Change: A Modeling Approach / Y. Gao et al. *Land*. 2021. Vol. 10 (3). P. 295. URL: <https://doi.org/10.3390/land10030295>.

18. Soil properties after eight years of the use of strip-till one-pass technology / I. Jaskulska et al. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (10). P. 1596. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10101596>.

19. The contribution of soil tillage and nitrogen rate to the quality of maize grain / M. Simić et al. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (7). P. 976. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10070976>.

20. Use efficiency and maize yield responses to fertilization modes and densities / G. H. Li et al. *Journal of Integrative Agriculture*. 2021. Vol. 20 (1). P. 78–86. URL: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63214-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63214-2).

Vol. 65. P. 131–137. URL: <https://doi.org/10.17221/703/2018-PSE>

15. Effects of temperature stress on the accumulation of ascorbic acid and folates in sweet corn (*Zea mays* L.) seedlings / N. Xiang et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 100 (4). P. 1694–1701.

16. Maize Seedling Establishment, Grain Yield and Crop Water Productivity Response to Seed Priming and Irrigation Management in a Mediterranean Arid Environment / A. M. El-Sanatawy et al. *Agronomy*. 2021. No. 11 (4). P. 756. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy11040756>.

17. Predicting Shifts in Land Suitability for Maize Cultivation Worldwide Due to Climate Change : A Modeling Approach / Y. Gao et al. *Land*. 2021. Vol. 10 (3). P. 295. URL: <https://doi.org/10.3390/land10030295>.

18. Soil properties after eight years of the use of strip-till one-pass technology / I. Jaskulska et al. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (10). P. 1596. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10101596>.

19. The contribution of soil tillage and nitrogen rate to the quality of maize grain / M. Simić et al. *Agronomy*. 2020. Vol. 10 (7). P. 976. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10070976>.

20. Use efficiency and maize yield responses to fertilization modes and densities / G. H. Li et al. *Journal of Integrative Agriculture*. 2021. Vol. 20 (1). P. 78–86. URL: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63214-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63214-2).

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-8

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.(111+112)«321»:631.527.5:581.15

ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ У ГІБРИДНИХ ПОПУЛЯЦІЯХ F₂ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ *TRITICUM AESTIVUM* L. ТА *TRITICUM DURUM* Desf. ЗА ЕЛЕМЕНТАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ КОЛОСУ**М. В. Федоренко, І. В. Федоренко, Р. М. Близнюк**

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

Про авторів:

Марина ФЕДОРЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-3021-3643

Ірина ФЕДОРЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0001-5471-6475

Руслан БЛИЗНЮК,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 000-0002-8645-2539

Для листування:

Марина ФЕДОРЕНКО
e-mail:

maryna.fedorenko.v@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук України

Отримано:

17 червня 2024 р.

Погоджено до друку:

6 серпня 2024 р.

За результатами досліджень встановлено широкий спектр морфобіотипів за елементами продуктивності колосу, який у кількісному вираженні суттєво змінювався залежно від ознаки та конкретної комбінації схрещування. Ознака «довжина колосу» в батьківських рослин варіювала в межах 8,8–11,3 см у пшениці м'якої та 6,3–10,8 см – твердої ярої, в F₂ цей показник сягав відповідно 9,5–11,1 та 5,8–10,9 см. Кількість зерен у колосі в батьківських рослин варіювала в межах 31,8–58,3 шт. у пшениці м'якої ярої та 31,1–46,2 шт. – твердої ярої, в F₂ цей показник сягав 30,5–46,7 та 27,9–35,1 шт. Виділено найбільш цінні гібридні комбінації пшениці м'якої ярої, які мають високий ступінь і частоту трансгресії за кількістю зерен у колосі, зокрема: Секе / Chaichum 236, Буляк / Moyin 1, Verbena / Gingchun 533, Каменка / Gaoxaan 33. Позитивні трансгресії за масою зерна з колосу у пшениці м'якої відзначено у трьох (37,5 %) гібридних комбінацій та негативні – у п'яти (62,5 %); у пшениці твердої лише одна гібридна комбінація проявила позитивну трансгресію в F₂. Виділено гібридні комбінації за елементами продуктивності колосу з високим ступенем та частотою трансгресії пшениці м'якої: Каменка / Gaoxaan 338, Verbena / Gingchun 533, Секе / Chaichum 236 та твердої ярої: Леукурум 19-01 / Деміра, Леукурум 18-01 / Fradur (N8 607). Варто відзначити, що селекційну цінність становлять гібриди, які мали проміжне положення чи були на рівні кращої батьківської форми, особливо в комбінаціях з суттєвою різницею за проявом ознак між батьками.

Ключові слова: пшениця м'яка та тверда яра, гідротермічний режим, елементи продуктивності, частота та ступінь трансгресії.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Федоренко М. В., Федоренко І. В., Близнюк Р. М., 2024

Transgressive variability in F₂ hybrid populations of spring wheat *Triticum aestivum* L. and *Triticum durum* Desf. for spike yield components

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

About authors:

Maryna FEDORENKO
ORCID: 0000-0002-3021-3643

Iryna FEDORENKO
ORCID: 0000-0001-5471-6475

Ruslan BLYZNIUK
ORCID: 000-0002-8645-2539

For corresponding:
Maryna FEDORENKO
e-mail:
maryna.fedorenko.v@gmail.com

Funding information:
National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:
June 17, 2024
Accepted:
August 6, 2024

Based on the research results, a wide range of morpho-biotypes was established for spike yield components, which in quantitative terms changed significantly depending on the trait and the specific combination of crossing. The trait “spike length” in parental plants varied between 8.8–11.3 cm in common wheat and 6.3–10.8 cm in durum wheat; in F₂ this indicator reached 9.5–11.1 and 5.8–10.9 cm, respectively. The trait “grain number per spike” in parental plants varied between 31.8–58.3 pcs. in common spring wheat and 31.1–46.2 pcs. in durum wheat, in F₂ this indicator reached 30.5–46.7 and 27.9–35.1 pcs. The most valuable hybrid combinations of common spring wheat, which have a high degree and frequency of transgression by the grain number per spike, are highlighted, in particular: Seke / Chaichum 236, Bulyak / Moyin 1, Verbena / Gingchun 533, Kamenka / Gaoxaan 33. Positive transgressions by the trait “grain weight per spike” in common wheat were noted in three (37.5 %) hybrid combinations and negative ones in five (62.5 %) combinations; in durum wheat only one hybrid combination showed positive transgression in F₂. There were distinguished hybrid combinations with high degree and frequency of transgression by spike yield components in common wheat: Kamenka / Gaoxaan 338, Verbena / Gingchun 533, Seke / Chaichum 236 and durum wheat: Leucurum 19-01 / Demira, Leucurum 18-01 / Fradur (N8 607). It is worth noting that hybrids with an intermediate position or level of the best parental form, especially in combinations with a significant difference in trait expression between the parents are the most valuable for breeding.

Keywords: common and durum spring wheat, hydrothermal regime, yield components, frequency and degree of transgression.

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

Вступ. Пшениця (*Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf.) яра є цінною культурою, що має високоякісне продовольче зерно. Важливою умовою для отримання високих і стабільних урожаїв є вдосконалення технологій вирощування сучасних високоврожайних сортів. Тому основний напрям роботи має полягати в підборі найпродуктивніших сортів пшениці ярої, оскільки сорт є одним із основних засобів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [3, 14].

Селекція пшениці на продуктивність належить до найскладніших завдань, її неможливо вести за одним показником, тому важливо знати оптимальні параметри формування всіх властивостей і ознак [2]. Продуктивність колосу – це результат інтегральної взаємодії генів, які контролюють кількість зерен та їх масу.

Довжина колосу та ознаки його продуктивності знаходяться під генетичним контролем багатьох генів. У системі генотипу функціональні дії та взаємодії цих генів створюють широкий спектр типів успадкування ознак продуктивності, який може змінюватися в різних умовах вирощування рослин. Маса зерна з колосу – також важливий елемент продуктивності, який залежить від довжини колосу, кількості зерен у ньому та їх крупності, а також від умов вирощування [8, 18]. Правильна оцінка вкладу окремих елементів продуктивності в формування врожайності допомагає селекціонеру досягти поставленої мети [16].

Трансгресивна мінливість ознак продуктивності колосу істотно залежить від особливостей успадкування. За окремими показниками трансгресивні

форми виходять за межі прояву ознак батьківських форм. Вони є результатом дії і взаємодії багатьох полімерних генів, які контролюють кількісні та якісні ознаки [13]. У практичному вимірі ряд трансгресій за кількісними ознаками являють цінні варіанти, до чого прагнуть селекціонери, коли хочуть виділити із гібридної популяції біотики, які за окремими характеристиками або їх комплексом переважають наявні сорти. Якщо в F_2 домінантність ознаки зменшується до одиниці, що свідчить про перевагу алельного генетичного контролю ознаки, то в гібридних популяціях з'являється незначна кількість цінних біотипів (6–10 %) [11]. Низка дослідників відзначали високу ймовірність отримання позитивних трансгресій за використання еколого-географічного принципу підбору пар для схрещувань [5, 19]. Слід зауважити, що загальновизнаної теорії трансгресії ознак, яка пояснювала б природу цього явища, ще не існує [12, 15], проте на практиці багато селекціонерів отримують трансгресивні форми й успішно використовують їх у подальшій селекційній роботі [1, 5, 19, 20].

Аналіз великої кількості селекційно-генетичних досліджень свідчить про недостатньо вивчену генетичну природу трансгресій у пшениці [14]. Але питання щодо типу взаємодії алелей, які зумовлюють прояв трансгресій, прогнозування параметрів трансгресії, методів підбору батьківських пар, ще вивчено не досконало, а це не дозволяє селекціонерам ефективно використовувати згадане явище в масовому порядку. Тому дослідження прояву трансгресій за елементами продуктивності – одне з найважливіших завдань у створенні нового селекційного матеріалу пшениці м'якої та твердої ярої.

Мета роботи – визначити ступінь та частоту трансгресії в гібридних комбінаціях F_2 пшениці ярої *Triticum aestivum* L. та *Triticum durum* Desf. в умовах Лісостепу України.

Матеріали і методи. Дослідження проводили впродовж 2023 р. у лабораторії

селекції пшениці ярої Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Матеріалом для дослідження слугували вісім внутрішньовидових гібридних популяцій пшениці *Triticum aestivum* L. та п'ять *Triticum durum* Desf. ярої. Для внутрішньовидової гібридизації відібрано селекційні лінії і колекційні зразки пшениці ярої вітчизняної та зарубіжної селекції, що відзначилися комплексом цінних господарських ознак.

Агротехнічні заходи з підготовки ґрунту до сівби відповідали рекомендаціям щодо вирощування пшениці ярої. Попередник – соя. Сівбу проводили селекційною сівалкою СКС-6–10. Облікова площа ділянок становила 1,0 м². Фенологічні спостереження виконували згідно з методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [9]. Для комплексної характеристики зволоження території та її температурного режиму використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) [10]. Він показує відношення суми опадів до суми температур понад 10 °С за певний період. Розраховували за формулою:

$$\text{ГТК} = \sum r / 0,1 \sum t \text{ } ^\circ\text{C},$$

де: $\sum r$ – сума опадів за період вегетації, мм;

$\sum t \text{ } ^\circ\text{C}$ – сума температур вище ніж 10 °С за той же період;

0,1 – постійний коефіцієнт.

Комфортність умов за показниками ГТК визначають як: 0,4–0,7 – дуже посушливі; 0,8–1,0 – посушливі; 1,1–1,5 – оптимальні; більше ніж 1,6 – надто зволожені.

Ступінь та частоту трансгресії в F_2 досліджували згідно з методикою Г. С. Воскресенської, В. І. Шпоти [4].

Ступінь трансгресії визначали за формулою:

$$T_c = (ПГ * 100) / ПП - 100,$$

де: T_c – ступінь трансгресії певної ознаки у відсотках;

ПГ – максимальне значення ознаки в гібридів другого покоління конкретної комбінації схрещування (середнє з трьох кращих рослин);

ПР – максимальне значення ознаки кращого з батьківських компонентів цієї конкретної комбінації схрещування (середнє з трьох кращих рослин).

Частоту трансгресії розраховували за формулою:

$$Tч = (A * 100) / B,$$

де: Тч – частота трансгресії у відсотках;

А – кількість гібридних рослин, що перевищують найбільше значення батька

(середнє з трьох кращих рослин) за цією ознакою;

Б – кількість проаналізованих за цією ознакою гібридних рослин у комбінації.

Результати та обговорення. Погодні умови 2023 р. виявилися сприятливими для нормального росту та розвитку пшениці ярої, проте супроводжувалися нерівномірністю розподілу опадів та температурного режиму в окремі періоди (табл. 1).

1. Гідротермічні умови вегетації пшениці ярої

Період	Параметри	2023 р.	Середні багаторічні дані МП
Сівба – сходи	Дата сівби	23.03	–
	Дата сходів	10.04	–
	Тривалість, діб	19	–
	∑ опадів, мм	54,6	37,0
	∑t (факт.), °C	157,5	156,5
	Середня t, °C	8,3	7,1
	ГТК	3,47	2,36
Сходи – вихід у трубку	Дата сходів	10.04	–
	Дата виходу в трубку	24.05	–
	Тривалість, діб	45	–
	∑ опадів, мм	57,4	58,0
	∑t (факт.), °C	617,6	397,6
	Середня t, °C	12,5	12,5
	ГТК	0,86	1,46
Вихід у трубку – колосіння	Дата виходу в трубку	24.05	–
	Дата колосіння	07.06	–
	Тривалість, діб	15	–
	∑ опадів, мм	19,9	48,0
	∑t (факт.), °C	272,5	259,3
	Середня t, °C	18,2	16,4
	ГТК	0,73	1,85
Колосіння – повна стиглість	Дата колосіння	07.06	–
	Дата повної стиглості	25.07	–
	Тривалість, діб	49	–
	∑ опадів, мм	199,2	128,0
	∑t (факт.), °C	1010,9	765,8
	Середня t, °C	20,6	19,6
	ГТК	1,97	1,67
∑t (факт.), °C за період активної вегетації		2058,5	1579,2
Тривалість активної вегетації, діб		109	–
Веgetаційний цикл, діб		128	–
ГТК		1,34	1,72

У період «сівба – сходи» середньодобова температура повітря становила +8,3 °С, що вище від середньобагаторічних показників на 1,2 °С, та спостерігали надлишкове зволоження (54,6 мм), що більше у 2,7 разу порівняно із середньобагаторічною нормою (58,0 мм). Під час сходів – виходу в трубку середньодобова температура повітря була в межах середньобагаторічної норми та становила +12,5 °С. Від виходу у трубку до колосіння температура повітря знаходилася на позначці +18,2 °С, що вище від середньобагаторічної норми на 1,8 °С, тоді ж як опадів за цей час випало всього лише 19,9 мм, що нижче від середньобагаторічної норми у 2,4 разу (48,0 мм). Протягом колосіння – повної стиглості температура повітря становила 20,6 °С, що вище від середньобагаторічних даних на 1,0 °С. У цей міжфазний період опадів випало 199,2 мм, що у 1,5 разу вище від середньобагаторічної норми (128,0 мм).

Згідно з отриманими даними, гідротермічний коефіцієнт становить 1,34 і відповідає оптимальному рівню зволоження. В окремо взятих періодах спостерігали таку картину: надмірним зволоженням характеризувалися сівба – сходи та колосіння – повна стиглість (ГТК = 3,47 та 1,97 відповідно), посушливі умови відзначено протягом сходів – виходу в трубку та виходу в трубку – колосіння, де ГТК становив відповідно 0,86 та 0,73.

У практичній селекційній роботі з самозапильними культурами значна частина науковців проводить добір з гібридних популяцій трансгресивних рекомбінантів, які за кількісними ознаками є відмінними від вихідних форм та використовуються для створення нового вихідного матеріалу і сортів [6, 17, 21]. Довжина колосу в батьківських рослин варіювала в межах 8,8–11,3 см у пшениці м'якої ярої та 6,3–10,8 см – твердої ярої, в F₂ цей показник сягав відповідно 9,5–11,1 та 5,8–10,9 см (табл. 2).

2. Ступінь і частота трансгресії в F₂ за довжиною колосу пшениці м'якої та твердої ярої, 2023 р.

Комбінації схрещування	Довжина колосу, см		Трансгресія, %	
	ПР ¹⁾	ПГ ²⁾	Тч ³⁾	Тс ⁴⁾
<i>Triticum aestivum</i> L.				
Монета / Gaoxaan 466	12,2	10,8	0,0	-11,5
Каменка / Gaoxaan 338	10,3	11,7	50,0	13,3
Verbena / Gingchun 533	9,3	11,3	100,0	21,1
FITIS / Gaoyaan 448	10,3	9,7	0,0	-6,4
Mutus // WBLL1*2BRAMLIN / Numai 12	10,9	11,3	40,0	3,9
Буляк / Moyin 1	11,6	10,5	10,0	-9,5
Секе / Chaichum 236	11,3	10,5	0,0	-7,3
Meica / Meridiano	11,7	10,2	0,0	-12,9
<i>Triticum durum</i> Desf.				
Леукурум 19-01 / Деміра	9,0	10,2	30,0	13,0
Гордеїформе 17-64 / Ambral	11,3	11,2	10,0	-1,4
Леукурум 18-02 / Jupares 2001	8,4	8,5	30,0	1,6
Леукурум 20-04 / Милана	7,0	7,2	10,0	2,4
Леукурум 18-01 / Fradur (N8 607)	6,8	6,2	0,0	-9,3

Примітка: ¹⁾ПР – максимальне значення ознаки кращого з батьківських компонентів конкретної комбінації схрещування (середнє з трьох кращих рослин); ²⁾ПГ – максимальне значення ознаки в гібридів другого покоління цієї конкретної комбінації схрещування (середнє з трьох кращих рослин); ³⁾Тч – частота трансгресії; ⁴⁾Тс – ступінь трансгресії.

Позитивні трансгресії у пшениці м'якої ярої виявлено у трьох (37,5 %) гібридних комбінацій та негативні – у п'яти (62,5 %); у пшениці твердої ярої встановлено позитивні трансгресії у трьох (60,0 %), а негативні – у двох (40,0 %) гібридних комбінацій F₂. Ступінь позитивної трансгресії становив 3,9–21,1 %, а частота – 10,0–100,0 % у пшениці м'якої ярої, у твердої – відповідно 1,6–13,0 та 10,0–30,0 %. Встановлено, що кращими комбінаціями пшениці м'якої ярої за цією ознакою були: Каменка / Gaoxaan 338 (11,7 см), Verbena / Gingchun 533 (11,3 см), Muttus // WBL1*2BRAMLIN / Numai 12 (11,3 см), у них же й отримано високий ступінь позитивної трансгресивної мінливості; для пшениці твердої – Леукурум 19-01 / Деміра (10,2 см),

Леукурум 18-02 / Jupares 2001 (8,5 см), Леукурум 20-04 / Милана (7,2 см). Слід зазначити, що гібридна комбінація Гордеїформе 17-64 / Ambral за найвищого значення цього показника (11,2 см) проявила негативну трансгресію (-1,4 %).

Кількість зерен у колосі в батьківських рослин варіювала в межах 31,8–58,3 шт. у пшениці м'якої ярої та 31,1–46,2 шт. – твердої ярої, в F₂ цей показник сягав відповідно 30,5–46,7 та 27,9–35,1 шт. Гібридні комбінації пшениці м'якої ярої характеризувалися однаковою кількістю позитивних та негативних трансгресій. У F₂ пшениці твердої ярої в комбінації Леукурум 18-02 / Jupares 2001 не виявлено трансгресивних форм, однак встановлено негативні трансгресії у 80,0 % гібридних комбінацій (табл. 3).

3. Ступінь і частота трансгресії в F₂ за кількістю зерен з колосу пшениці м'якої та твердої ярої, 2023 р.

Комбінації схрещування	Кількість зерен, шт.		Трансгресія, %	
	ПР ¹⁾	ПГ ²⁾	Тч ³⁾	Тс ⁴⁾
<i>Triticum aestivum</i> L.				
Монета / Gaoxaan 466	62,0	43,0	0,0	-30,6
Каменка / Gaoxaan 338	35,3	38,7	10,0	9,5
Verbena / Gingchun 533	42,3	46,3	20,0	9,4
FITIS / Gaoyaan 448	55,0	38,0	0,0	-30,9
Mutus // WBL1*2BRAMLIN / Numai 12	50,1	35,7	0,0	-28,8
Буляк / Moyin 1	38,0	48,0	30,0	26,3
Секе / Chaichum 236	32,3	35,7	40,0	10,4
Meica / Meridiano	44,3	32,7	0,0	-26,3
<i>Triticum durum</i> Desf.				
Леукурум 19-01 / Деміра	46,0	36,0	0,0	-21,7
Гордеїформе 17-64 / Ambral	41,0	32,7	0,0	-20,3
Леукурум 18-02 / Jupares 2001	35,3	35,3	10,0	0,0
Леукурум 20-04 / Милана	47,0	34,3	0,0	-27,0
Леукурум 18-01 / Fradur (N8 607)	32,3	29,7	0,0	-8,1

Примітка: ¹⁾ПР – максимальне значення ознаки кращого з батьківських компонентів конкретної комбінації схрещування (середнє з трьох кращих рослин); ²⁾ПГ – максимальне значення ознаки в гібридів другого покоління цієї конкретної комбінації схрещування (середнє з трьох кращих рослин); ³⁾Тч – частота трансгресії; ⁴⁾Тс – ступінь трансгресії.

Ступінь позитивної трансгресії становив 9,4–26,3 %, а частота – 10,0–40,0 % пшениці м'якої ярої та 10,0 % – твердої ярої. Виділено найбільш цінні гібридні комбінації пшениці м'якої ярої, які мають високий ступінь і частоту трансгресії

за кількістю зерен у колосі, зокрема: Секе / Chaichum 236 (Тс = 10,4 %, Тч = 40,0 %), Буляк / Moyin 1 (Тс = 26,3 %, Тч = 30,0 %), Verbena / Gingchun 533 (Тс = 9,4 %, Тч = 20,0 %), Каменка / Gaoxaan 338 (Тс = 9,5 %, Тч = 10,0 %). Для пшениці твердої

ярої за цією ознакою не виявлено жодної комбінації.

У селекційній практиці масі зерна головного колосу завжди відводили одне з центральних місць. Вона складається з маси зернівок, яка залежить від тривалості і швидкості їх росту. Маса зернин суттєво змінюється під впливом зовнішніх умов. Саме тому ця ознака належить до сильно

варіабельних [7]. Позитивні трансгресії за масою зерна з колосу у пшениці м'якої відзначено у трьох (37,5 %) гібридних комбінацій та негативні – у п'яти (62,5 %); у пшениці твердої лише одна гібридна комбінація (Леукурум 18-01 / Fradur (N8 607)) проявила позитивну трансгресію в F₂ (табл. 4).

4. Ступінь і частота трансгресії в F₂ за масою зерна з колосу пшениці м'якої та твердої ярої, 2023 р.

Комбінації схрещування	Маса зерна з колосу, г		Трансгресія, %	
	ПР ¹⁾	ПГ ²⁾	Тч ³⁾	Тс ⁴⁾
<i>Triticum aestivum</i> L.				
Монета / Gaoxaan 466	2,6	2,2	0,0	-16,3
Каменка / Gaoxaan 338	2,0	1,9	10,0	-7,4
Verbena / Gingchun 533	1,6	2,2	60,0	32,5
FITIS / Gaoyaan 448	1,6	1,7	20,0	6,3
Mutus // WBL1*2BRAMLIN / Numai 12	2,4	2,0	0,0	-18,1
Буляк / Moyin 1	2,1	2,2	20,0	2,8
Секе / Chaichun 236	2,0	1,7	0,0	-18,2
Meica / Meridiano	2,4	1,7	0,0	-28,8
<i>Triticum durum</i> Desf.				
Леукурум 19-01 / Деміра	2,3	2,1	0,0	-9,9
Гордеїформе 17-64 / Ambral	2,1	1,9	0,0	-13,1
Леукурум 18-02 / Jupares 2001	2,0	1,8	10,0	-10,3
Леукурум 20-04 / Милана	2,7	2,1	0,0	-23,4
Леукурум 18-01 / Fradur (N8 607)	1,6	1,7	20,0	6,1

Примітка: ¹⁾ПР – максимальне значення ознаки кращого з батьківських компонентів конкретної комбінації схрещування (середнє з трьох кращих рослин); ²⁾ПГ – максимальне значення ознаки в гібридів другого покоління цієї конкретної комбінації схрещування (середнє з трьох кращих рослин); ³⁾Тч – частота трансгресії; ⁴⁾Тс – ступінь трансгресії.

Ступінь позитивної трансгресії становив 2,8–32,5 %, а частота – 20,0–60,0 % для пшениці м'якої ярої, а твердої ярої – відповідно 6,1 та 20,0 %. Встановлено комбінації з високим ступенем та частотою трансгресії пшениці м'якої ярої: Verbena / Gingchun 533, FITIS / Gaoyaan 448, Буляк / Moyin 1 та твердої ярої – Леукурум 18-01 / Fradur (N8 607).

Висновки. Отримані результати за ступенем трансгресії і частотою її прояву

свідчать про можливість успішної селекційної роботи за участю сортів, ліній та колекційних зразків зі створення нового високопродуктивного селекційного матеріалу пшениці ярої. Таким чином, у F₂ виділено популяції Каменка / Gaoxaan 338, Verbena / Gingchun 533, Буляк / Moyin 1, Леукурум 18-02 / Jupares 2001, які слугуватимуть вихідним матеріалом для добору трансгресивних форм і в більш пізніх поколіннях.

Список використаної літератури

1. Базалій В. В., Бойчук І. В. Трансгресивна мінливість гібридів пшениці м'якої озимої і її

References

1. Bazalii V. V., Boichuk I. V. Transgressive variability of soft winter wheat hybrids and its use in

використання в селекції. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 78. С. 3–8.

2. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур : підручник. Миронівка, 2016. 376 с.

3. Власенко В. А. Оцінка адаптивності сортів пшениці м'якої ярої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 4. С. 93–103. DOI: 10.21498/2518-1017.4.2006.68043.

4. Воскресенская Г. С., Шпота В. И. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика количественного учета этого явления. *Доклады VASHNIL*. 1967. № 7. С. 18–19.

5. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування / В. В. Базалій та ін. *Аграрні інновації*. 2020. Вип. 4. С. 87–93. DOI: 10.32848/аграр.innov.2020.4.13.

6. Гудзенко В. М., Поліщук Т. П., Бабій О. О. Комбінаційна здатність та параметри генетичної варіації за масою 1000 зерен ячменю багаторядного озимого в Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 4. С. 15–26. DOI: 10.31073/mvis201704-02.

7. Лозінська Т. П. Формування елементів продуктивності нових сортів пшениці м'якої ярої в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2013. № 10. С. 22–25.

8. Лозинський М. В., Устинова Г. Л., Філіцька О. О. Фенотипова і генотипова мінливість маси зерна основного колосу у різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Аграрна освіта та наука: досягнення та роль, фактори росту. Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, лісовому та садово-парковому господарстві* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 30 жовт. 2020 р.). Біла Церква, 2020. С. 17–19.

9. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. 3-тє вид., пер. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 82 с.

10. Методика селекційного експерименту (у рослинництві) / Е. Р. Ермантраут та ін. Харків, 2014. 229 с.

11. Орлюк А. П., Базалій В. В. Принципи трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон, 1998. 274 с.

12. Орлюк А. П. Трансгрессивна мінливість ознак продуктивності пшениці. *Генетика пшениці з основами селекції*. Херсон : Айлант, 2012. С. 226–235.

13. Орлюк А. П. Трансгрессивная изменчивость у озимой пшеницы и ее использование в селекции. *Генетика*. 1976. Т. 12, № 2. С. 15–24.

14. Порівняльний аналіз статистичних програмних продуктів для кваліфікаційної експертизи сортів рослин, придатних до поширення / Н. В. Лещук та ін. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Vol. 13, no. 4. P. 429–435. DOI: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117757.

selection. *Tavriyskiy naukovyi visnyk*. 2012. No. 78. P. 3–8.

2. Vasylykivskiy S. P., Kochmarskiy V. S. Crop breeding and seed science : textbook. Myronivka, 2016. 376 p.

3. Vlasenko V. A. Estimation of adaptive of bread spring wheat varieties. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslin*. 2006. No. 4. P. 93–103. DOI: 10.21498/2518-1017.4.2006.68043.

4. Voskresenskaya G. S., Shpota V. I. Transgression of traits in Brassica hybrids, a method for measurement of this phenomenon. *Doklady VASHNIL*. 1967. No. 7. P. 18–19.

5. Genetic control and the recombination of lodging resistance traits in the winter wheat hybrids under different growing conditions / V. V. Bazalii et al. *Ahrarni innovatsii*. 2020. Iss. 4. P. 87–93. DOI: 10.32848/аграр.innov.2020.4.13.

6. Hudzenko V. M., Polishchuk T. P., Babii O. O. Combining ability and parameters of genetic variation for 1000 grain weight in six-rowed winter barley in the Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivskiy visnyk*. 2017. Iss. 4. P. 15–26. DOI: 10.31073/mvis201704-02.

7. Lozinska T. P. Formation of the productivity elements of new varieties of spring soft wheat in the conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiia*. 2013. No. 10. P. 22–25.

8. Lozynskiy M. V., Ustynova H. L., Filitska O. O. Phenotypic and genotypic variability of the mass of grain of the main ear in different early-maturing varieties of soft winter wheat. *Ahrarna osvita na nauka: dosiahnennia ta rol, factory rostu. Innovatsiini tekhnolohii v ahronomii, zemleustroi, lisovomu ta sadovo-parkovomu hospodarstvi* : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (m. Bila Tserkva, 30 zhovt. 2020 r.). Bila Tserkva, 2020. P. 17–19.

9. Methodology for examination of plant varieties of the cereal, grain, and leguminous group for suitability for distribution in Ukraine / ed. by S. O. Tkachyk. 3rd ed., rev. and enl. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 2016. 82 p.

10. Methods of selection experiment (in crop production) / E. R. Ermantraut et al. Kharkiv, 2014. 229 p.

11. Orliuk A. P., Bazalii V. V. Principles of the transgressive breeding of wheat. Herson, 1998. 274 p.

12. Orliuk A. P. Transgressive variability of wheat performance traits. *Henetyka pshenytsi z osnovamy selektsii*. Kherson : Ailant, 2012. P. 226–235.

13. Orliuk A. P. Transgressive variability in winter wheat and its using for plant breeding. *Genetika*. 1976. Vol. 12, no. 2. P. 15–24.

14. Comparative analysis of statistical software products for the qualifying examination of plant varieties suitable for distribution / N. V. Leshchuk et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Vol. 13, no. 4. P. 429–435. DOI: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117757.

15. Breeding evolution of Myronivka wheats / V. A. Vlasenko et al. Myronivka, 2012. 330 p.

15. Селекційна еволюція миронівських пшениць / В. А. Власенко та ін. Миронівка, 2012. 330 с.
16. Тищенко В. М., Томіна М. В., Дубенець М. В. Формування та мінливість ознак у пшениці м'якої озимої в стресових умовах середовища. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 2 (23). С. 18–22. DOI: 10.21498/2518-1017.2(23).2014.56116.
17. Успадкування елементів продуктивності та їх трансгресивна мінливість у гібридів пшениці м'якої озимої, створених схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій / Н. С. Дубовик та ін. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 26–38. DOI: 10.31073/mvis201807-03
18. Устинова Г. Л., Самойлик М. О. Мінливість маси 1000 зерен головного колосу в сортів пшениці м'якої озимої різних груп стиглості. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 4–5 берез. 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 78–80.
19. Хоменко С. О., Федоренко М. В. Трансгресивна мінливість ознак продуктивності гібридів другого покоління пшениці твердої ярої. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 97–104. DOI: 10.30835/2413-7510.2015.54041.
20. Kaur P., Mondal S. K. Combining ability for yield and its components in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) over different sowing times. *The Bioscan*. 2016. Vol. 11, no. 3. P. 1937–1940.
21. Variation and transgressive variability of the stem length in F₁ and F₂ soft spring wheat under conditions of Forest-Steppe of Ukraine / S. Vakhnyi et al. *EurAsian Journal of Biosciences*. 2019. Vol. 13, iss. 2. P. 1187–1193.
16. Tyshchenko V. M., Tomina M. V., Dubenets M. V. Development and variability of soft winter wheat varieties in stress environmental conditions. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2014. No. 2 (23). P. 18–22. DOI: 10.21498/2518-1017.2(23).2014.56116.
17. Inheritance of productivity elements and their transgressive variation in bread winter wheat hybrids derived from crossing varieties-carriers of wheat-rye translocations / N. S. Dubovyk et al. *Myronivskiy visnyk*. 2018. Iss. 7. P. 26–38. DOI: 10.31073/mvis201807-03.
18. Ustynova H. L., Samoilyk M. O. Variability of 1000 grain weight of the main ear in winter bread wheat varieties of various maturity groups. *Ahrarna osvita ta nauka: dosiahnennia i perspektivy rozvytku* : materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (m. Bila Tserkva, 4–5 berez. 2021 r.). Bila Tserkva, 2021. P. 78–80.
19. Khomenko S. O., Fedorenko M. V. Transgressive variability of productivity traits of durum spring wheat F₂ hybrids. *Selektsiia i nasinnnytstvo*. 2015. Iss. 107. P. 97–104. DOI: 10.30835/2413-7510.2015.54041.
20. Kaur P., Mondal S. K. Combining ability for yield and its components in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) over different sowing times. *The Bioscan*. 2016. Vol. 11, no. 3. P. 1937–1940.
21. Variation and transgressive variability of the stem length in F₁ and F₂ soft spring wheat under conditions of Forest-Steppe of Ukraine / S. Vakhnyi et al. *EurAsian Journal of Biosciences*. 2019. Vol. 13, iss. 2. P. 1187–1193.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-9

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.084.41: 619: 616-098: 543.432.1: 636.2

ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ПЛАЗМІ КРОВІ, МОЛОЦІ ТА ВОЛОСЯНОМУ ПОКРИВІ МОЛОЧНИХ КОРІВ**І. В. Лобойко¹, В. В. Влізло^{1,2}**

¹Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с.
Оброшине, Львівський р-н,
Львівська обл., 81115

²Львівський національний
університет ветеринарної
медицини та біотехнологій
ім. С. З. Гжицького
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010

Про авторів:

Ігор ЛОБОЙКО,
аспірант
ORCID: 0000-0002-7045-1646

Василь ВЛІЗЛО,
доктор ветеринарних наук,
професор, академік НААН
ORCID: 0000-0001-8588-5095

Для листування:

Ігор ЛОБОЙКО
e-mail: zzzigorzzz2018@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

8 лютого 2024 р.

Погоджено до друку:

13 серпня 2024 р.

Метою роботи було проаналізувати рівень надходження мінеральних речовин з кормами, дослідити вміст мікроелементів (*Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Se*) у плазмі крові, молозиві та волосяному покриві корів у перші дні після отелення для встановлення забезпеченості ними тварин. Лабораторні дослідження Феруму у плазмі крові, молозиві та волосяному покриві корів показали, що його вміст знаходився у всіх досліджуваних тварин на високому рівні. Кількість Купруму у плазмі крові, молозиві та волосяному покриві корів вказувала на добре забезпечення ним тварин, що може пояснюватися згодовування преміксу зі сполуками *Cu* під час сухостійного періоду. Вміст Кобальту у плазмі крові корів був нижче встановлених фізіологічних значень ($0,22 \pm 0,053$ мкмоль/л), а у волосяному покриві знаходився на нижній фізіологічній межі ($0,14 \pm 0,012$ мг/кг), що є ознакою недостатнього надходження *Co* в організм. Кількість Цинку у плазмі крові, молозиві та волосяному покриві знаходився на фізіологічному рівні, попри те, що корови не отримували *Zn* з преміксами. Отже, забезпеченість Цинком з кормів задовольняє потреби тварин. Вміст Мангану у плазмі крові корів був низьким ($0,63 \pm 0,021$ мкмоль/л). Манган корови не отримували додатково до раціону з преміксами, тому протягом часу лактації може посилюватися його дефіцит в організмі. Вміст Селену у плазмі крові корів після отелення показував низькі показники ($0,39 \pm 0,045$ мкмоль/л). У молозиві вміст *Se* був вищим порівняно з плазмою крові ($2,9 \pm 0,55$ мкмоль/л). У волосяному покриві корів кількість Селену дорівнювала $1,44 \pm 0,130$ мг/кг. Низькі показники *Se* у крові корів після отелення, а також відсутність його додаткових включень у раціони дійних тварин може спричинити дефіцит Селену в організмі під час лактаційного періоду.

Ключові слова: корови, живлення, кров, молозиво, волосяний покрив, мікроелементи.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Лобойко І. В., Влізло В. В., 2024

Content of Trace Elements in Blood Plasma, Milk and Hair Coat of Dairy Cows

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010

About authors:

Ihor LOBOIKO
ORCID: 0000-0002-7045-1646

Vasyl VLIZLO
ORCID: 0000-0001-8588-5095

For corresponding:

Ihor LOBOIKO
e-mail: zzzigorzzz2018@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

February 8, 2024

Accepted:

August 13, 2024

The aim of the study was to analyze the level of mineral intake from feed, and to investigate the content of trace elements (*Fe*, *Cu*, *Co*, *Zn*, *Mn*, *Se*) in blood plasma, colostrum, and hair coat of cows in the first days after calving to determine their adequacy for the animals. Laboratory analysis of iron (*Fe*) in the blood plasma, colostrum, and hair coat of cows showed that its content was at a high level in all examined cows. The amount of copper (*Cu*) in the blood plasma, colostrum, and hair coat of cows indicated good provision for the animals, possibly due to the feeding of a premix containing *Cu* compounds during the dry period. Cobalt (*Co*) content in the blood plasma of cows was below the established norm ($0.22 \pm 0.053 \mu\text{mol/l}$), and in the hair coat, it was at the lower physiological limit ($0.14 \pm 0.012 \text{ mg/kg}$), indicating insufficient intake of *Co* in the organism. Zinc (*Zn*) content in the blood plasma, colostrum, and hair coat was at the physiological level, despite cows not receiving *Zn* from premixes; their provision from feeds satisfied the animals' needs. Manganese (*Mn*) content in the blood plasma of cows was low ($0.63 \pm 0.021 \mu\text{mol/l}$). Cows did not receive additional manganese to the ration from premixes, which may lead to an exacerbation of its deficit in the organism during lactation. Selenium (*Se*) content in the blood plasma of cows after calving showed low levels ($0.39 \pm 0.045 \mu\text{mol/l}$). In colostrum, the *Se* content was higher compared to blood plasma ($2.9 \pm 0.55 \mu\text{mol/l}$). In the hair coat of cows, the selenium content was $1.44 \pm 0.130 \text{ mg/kg}$. Low *Se* levels in the blood of cows after calving, as well as the absence of additional inclusions in the rations of lactating animals, may lead to selenium deficiency in the organism during the lactation period.

Keywords: cows, nutrition, blood, colostrum, hair coat, trace elements.

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

Вступ. Мікроелементи необхідні для росту, розвитку, продуктивності та здоров'я тварин. До життєво необхідних (біогенних, біотичних, есенціальних) мікроелементів відносяться Ферум (*Fe*), Цинк (*Zn*), Купрум (*Cu*), Кобальт (*Co*), Манган (*Mn*), Йод (*J*), Селен (*Se*), Молібден (*Mo*) [1]. Вказується на важливу роль для організму тварин Хрому (*Cr*), Флуору (*F*), Бору (*B*). Згідно з останніми вимог однієї із найбільш поширених систем годівлі тварин – американської системи годівлі (*National Research Council – NRC*), для живлення великої рогатої худоби важливими є 10 мікроелементів, зокрема *Cr*, *Co*, *Cu*, *J*, *Fe*, *Mn*, *Mo*, *Ni*, *Se* та *Zn* [18, 19]. Інші мікроелементи, які не вказані у цьому списку, не відзначені, як життєво необхідні, оскільки їх участь у

живленні та метаболізмі великої рогатої худоби ще мало вивчена [4].

Селен, Купрум, Цинк, Манган, Кобальт та Йод належать до мікроелементів, яких найчастіше не вистачає в кормах великої рогатої худоби. Водночас, у кормах містяться достатня кількість і навіть надлишок Феруму, Молібдену, Кальцію та Сульфуру, які є антагоністами біогенних мікроелементів, посилюючи їх дефіцит [5]. Крім цього, у великої рогатої худоби біодоступність мікроелементів з кормами є відносно низькою, оскільки у передшлунках між мінеральними речовинами та компонентами корму можуть утворюватися нерозчинні сполуки, що погіршує всмоктування мікроелементів [14].

Таким чином, у корів часто спостерігається дефіцит мікроелементів у кормах, тому при формуванні раціонів передбачено додатково вводити мінеральні речовини у мінерально-вітамінних чи мінеральних преміксах та кормових добавках. Сьогодні у преміксах застосовуються неорганічні та органічні форми мінеральних речовин, або їх суміші [10]. Вони сприяють одночасній ліквідації дефіциту необхідних біотичних мікроелементів і забезпечують їх комплексну дію. Збалансований вміст мікроелементів в організмі корів позитивно впливає на функціонування різних органів і систем, підвищує продуктивність, профілакує захворюваність у корів [27].

Для забезпечення високої молочної продуктивності корові необхідно спожити велику кількість сухої речовини корму з вмістом достатньої кількості життєво необхідних поживних та біологічно активних речовин, зокрема й мінералів. Зважаючи на низьку засвоюваність мінеральних речовин, пропонується давати тваринам вищі за рекомендовані норми дози мікроелементів. Так, перегодовування мікроелементами є звичайною практикою в системах інтенсивного виробництва молока в Канаді, США та Великій Британії. У Канаді 66 % господарств було збільшено дози мінеральних елементів у раціонах [6]. Встановлено, що додавання до раціонів корів *Zn*, *Mn* і *Cu* може спричинити їх накопичення в організмі [27].

Надлишок мікроелементів у раціонах корів виводяться з гноєм, а це має згубний вплив на екосистему, оскільки гній із високим вмістом мінеральних сполук вноситься як органічне добриво на поля [3]. Це спричиняє негативну дію на мікроорганізми ґрунту, рослинний та тваринний світ [16].

Слід відзначити, що дефіцит або надлишок мікроелементів у раціоні часто не проявляється розвитком клінічних ознак хвороби, або протікає безсимптомно [1, 25]. Проте ріст, розвиток і здоров'я тварин

залежить від фізіологічно збалансованого вмісту та співвідношення між окремими мінеральними речовинами у тканинах і рідинах організму. Для встановлення забезпеченості мікроелементами тварин пропонується їх визначати у цільній крові, сироватці та плазмі крові. У останній час для об'єктивної оцінки стану мінерального живлення великої рогатої худоби мікроелементи визначають у молоці, сечі, фекаліях, тканинах та волоссяному покриві. Зокрема, волосся завдяки своїй структурі є інформативним біологічним матеріалом для оцінки надходження мінеральних речовин в організмі тварини протягом тривалого часу [20]. Волосся бере участь у метаболізмі великої кількості мікроелементів (*Mn*, *Cu*, *Zn*, *Se*, *Mo*, *J*, *Cd*, *Pb* і *Hg*) і дає репрезентативну оцінку мінеральному живленню великої рогатої худоби. Вказується, що існує корелятивний зв'язок між вмістом мінеральних речовин в крові та волоссяному покриві [7].

Метою нашої роботи було проаналізувати рівень надходження мінеральних речовин з кормами, дослідити вміст мікроелементів (*Fe*, *Cu*, *Co*, *Zn*, *Mn*, *Se*) у плазмі крові, молозиві та волоссяному покриві корів у перші дні після отелення і встановити забезпеченість тварин Ферумом, Купрумом, Кобальтом, Цинком, Манганом та Селеном.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень були 5 клінічно здорових корів Української чорно-рябої молочної породи. Тварини були після другої та третьої лактацій, 2–5 діб після отелення. Продуктивність корів складала 30–40 літрів молока у день. Тварин цілорічно утримували безприв'язно у приміщенні. Годівля корів здійснювалася з використанням кормових столів (годівниць). Раціон був однаковий протягом року і мало залежав від пори року.

Корів досліджували клінічно і відбирали від них проби крові, молозива та волоссяного покриву для проведення лабораторних досліджень. Проби

отримували у грудні за відсутності линяння, що важливо для аналізу волосяного покриву. Зразки пігментованого волосяного покриву вистригали у ділянці спини корів на глибину до одного мм від шкіри. Проби крові отримували з хвостової вени до ранішньої годівлі, а молозива – під час ранішнього доїння. У відібраних зразках плазми крові, молозива та волосяного покриву досліджували вміст Феруму, Купруму, Кобальту, Цинку, Мангану та Селену. Проби плазми крові, молозива та волосяного покриву піддавалися попередній обробці методом кислотного екстрагування (неповної мінералізації) згідно з ДСТУ 7670:2014 та ДСТУ ISO 11885:2019, розчиняючи в 10 мл нітратної кислоти. Пробопідготовка включала гомогенізацію біоматеріалу, його зважування і змішування з нітратною кислотою у фторопластовому циліндрі. Після цього, матеріал накривали годинниковим склом та переносили у спеціальну мікрохвильову піч, у якій під дією заданих параметрів тиску та температури відбувалося озолення зразка. Отриманий розчин переносили у мірну поліпропіленову пробірку, тричі змиваючи зі стінок фторопластового циліндра, та доводили деіонізованою водою до об'єму 10 мл. До розчину проби додавали внутрішній стандарт скандію (0,2 мг/л). Пробірку ретельно закривали кришкою, перемішували, дисоціювали та концентрували на приладі попередньої підготовки проби зразка у мікрохвильовій печі MarS6 iWave протягом 2 годин за температури 220 °С. Надалі свіжоприготовлені зразки розчиняли дистильованою водою (кратність розведення – 25 або 50). Вміст мікроелементів у плазмі крові, молозиві та волосяному покриві визначали на атомно-емісійному спектрометрі ICAP 7000 Duo (Thermo Scientific, США) з індукційно зв'язаною плазмою.

Усі маніпуляції з тваринами здійснювали згідно з Європейською конвенцією про захист хребетних тварин,

що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986) і “Загальними етичними принципами експериментів на тваринах”, ухваленими Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001). Експерименти проводили з дотриманням принципів гуманності, викладених у директиві Європейської Спільноти (Directive 2010/63/EU, 2010).

Результати та обговорення. Раціон годівлі корів складався з (кількість сухої речовини у кг та % поживності): силосу кукурудзяного (7,2 кг та 30,77 %), сінажу житнього (3,0 кг та 12,82 %), дробини (2,5 кг та 10,69 %), спеціального комбікорму «Монефікс 300» (10,7 кг та 45,72 %). Комбікорм «Монефікс 300» містив зерно кукурудзи, дерть пшеничну, макуху ріпакову та соєву, барду кукурудзяну, шрот соняшниковий, премікси та кормові добавки (вітамінів, мінеральних речовин, амінокислот). Мінерально-вітамінний премікс згодовували з розрахунку 100 г на корову в день. До раціону сухостійних корів вносили мінерально-вітамінний премікс «FULL DRY», у 100 г якого містилося 8,4 % Кальцію, 70 мг Йоду, 1260 мг Купруму, 39 мг Кобальту, 25 мг Селену, а також вітаміни – А (700 тис. МО), D₃ (170 тис. МО) та Е (6000 мг). Дійним коровам згодовували мінерально-вітамінну добавку «ACTIVIT», у 100 г якої було 28,7 % Кальцію, 5 % Магнію, 108 мг Йоду, 38 мг Селену, а також вітаміни – біотин (100 мг), А (800 тис. МО), D₃ (170 тис. МО) та Е (4800 мг). Отже, з біотичних мікроелементів дійним коровам додатково згодовували лише Йод та Селен. У високопродуктивних молочних корів після отелення метаболізм протікає на особливо високому рівні, тому потребує більшого забезпечення життєво необхідних поживних та біологічно-активних речовин, зокрема й мікроелементів [25]. Незбалансованість раціонів великої рогатої худоби за основними біотичними мікроелементами може спричинити

зниження продуктивності та негативно вплинути на здоров'я тварин [12, 23].

Оскільки мікроелементи відіграють важливу роль у життєдіяльності організму, то для власників і відповідальних працівників молочних ферм, які утримують високопродуктивних корів, важливим є застосування повноцінних преміксів та кормових добавок для забезпечення необхідної кількості мінеральних речовин і ліквідації їх дефіциту у раціоні. Враховуючи різні рівні засвоєння мінеральних речовин та метаболічні процеси, які впливають на них, складно оцінити стан мікроелементного забезпечення у молочних корів лише на основі контролю раціону [13]. Тому ми провели клінічне дослідження корів і визначали вміст мікроелементів у крові, молозиві та волосяному покриві.

При клінічному дослідженні корів встановлено задовільний загальний стан.

Лабораторні дослідження Феруму у плазмі крові, молозиві та волосяному покриві корів показали, що його вміст знаходився у всіх досліджуваних тварин на високому рівні (табл.). Про добре забезпечення корів *Fe* з кормами, а також його високі показники у крові, молозиві та інших субстратах організму вказують й інші дослідники [24].

Вміст Купруму (табл.) у плазмі крові корів знаходився в межах фізіологічних коливань (15,7–20,9 мкмоль/л). Водночас кількість *Si* у молозиві була майже утричі вищою порівняно з вмістом у плазмі крові. Слід відзначити, що у молозиві корів на другу добу після отелення вміст Купруму є вищим, ніж на п'ятий день (128 та 26 мкмоль/л, відповідно). Вміст й інших мінеральних речовин у перших пробах молозива є найвищим і поступово знижується у наступні доби після отелення [24].

Вміст мікроелементів у плазмі крові, молозиві та волосяному покриві корів

Мікроелементи	Плазма крові, мкмоль/л	Молозиво, мкмоль/л	Волосяний покрив, мг/кг
Ферум	27,9±4,23	59,1±11,99	154,6±16,87
Купрум	19,2±0,64	56,6±16,52	20,1±0,99
Кобальт	0,22±0,053	0,6±0,22	0,14±0,012
Цинк	21,7±0,87	102,4±13,58	229,5±8,37
Манган	0,63±0,021	1,29±0,048	14,6±1,44
Селен	0,39±0,045	2,9±0,55	1,44±0,130

У волосяному покриві корів встановлено 20,1±0,99 мг Купруму у кг сухої речовини. Вміст *Si* у волосяному покриві відображує надходження елемента в організм корів протягом тривалого часу, а його кількість у крові та молоці вказує на забезпеченість даним мікроелементом з кормами лише у час проведеного дослідження [11]. Низькі показники Купруму у волоссі свідчать про тривалий його дефіцит у раціонах корів [22].

Слід зазначити, що досліджувані нами корови під час сухостійного періоду отримували *Si* з преміксом, можливо тому вміст даного мікроелементу у плазмі крові, молозиві та волосяному покриві вказував

на добру забезпеченість тварин Купрумом у перші дні після отелення. Однак відсутність *Si* у мінеральному преміксі для дійних корів може спричинити його дефіцит протягом лактаційного періоду. Проведені дослідження іншими вченими вказують на необхідність постійного додаткового введення Купруму до раціонів молочних корів [26].

Вміст Кобальту у плазмі крові корів (табл.) був нижче встановлених фізіологічних коливань (0,36–0,85 мкмоль/л) [2]. Водночас у молозиві кількість *Co* була вищою, ніж у плазмі крові. У волосяному покриві вміст Кобальту дорівнював 0,14±0,012 мг/кг

сухої речовини. Враховуючи те, що рівень *Co* у волоссі корів повинен бути вищим за 0,12 мг/кг [17], то слід відзначити його незначні запаси в організмі досліджуваних тварин. Не виключено, що кількість Кобальту в організмі дійних корів в процесі лактації буде знижуватися, оскільки у мінеральному преміксі, який вони отримують, даний мікроелемент відсутній. Як показують результати досліджень, найчастіше корми не забезпечують молочних корів достатньою кількістю *Co*, а також *Se*, *Cu*, *Zn*, *Mn* та *J* [4], тому їх слід додатково згодовувати з преміксами.

Проведені нами дослідження вказують на добру забезпеченість корів Цинком (табл.). Так, у всіх корів вміст *Zn* у плазмі крові знаходився у межах фізіологічних коливань. У молозиві кількість Цинку була значно вищою, ніж у плазмі крові. Вміст *Zn* у крові та молоці тісно пов'язаний з надходженням даного мікроелементу з кормами. Вміст Цинку у молоці знижується протягом лактації і його кількість є значно нижчою, ніж у молозиві [21].

У волосяному покриві вміст Цинку був також на досить високому рівні, оскільки фізіологічна кількість повинна бути не нижчою за 100 мг/кг [17].

Попри те, що корови не отримували *Zn* з преміксами, однак його забезпеченість з кормами задовольняла потреби тварин. Цинк є важливим мікроелементом, необхідним для виробництва молока та підтримки оптимального здоров'я молочних корів. За рекомендаціями американських вчених вміст *Zn* у раціоні молочних корів слід збільшити із 60 мг/кг до 76 мг/кг, а для забезпечення стабільної продуктивності та здоров'я й до 100 мг/кг сухої речовини [8]. Отже, слід проводити подальші дослідження з метою встановлення забезпечення Цинком корів протягом всього лактаційного періоду.

Вміст Мангану у плазмі крові корів був нижчим (табл.), порівняно з фізіологічними значеннями [2, 17]. У молозиві вміст *Mn* був дещо вищим, ніж у

плазмі крові. За даними літератури, інформативні результати щодо забезпеченості корів Манганом отримують при дослідженні волосяного покриву [17]. Проведені нами дослідження показали, що кількість *Mn* у волоссі корів дорівнювала $14,6 \pm 1,44$ мг/кг і це може свідчити про його добру забезпеченість [11]. Манган корови не отримували з преміксом, враховуючи його низькі показники у плазмі крові та молозиві, не виключено, що протягом часу лактації може настати його дефіцит в організмі. Слід враховувати й те, що основні інгредієнти корму забезпечують дійних корів з продуктивністю 45 кг молока на добу *Cu*, *Mn* і *Zn* лише, відповідно на 63, 25 і 61 % від потреби [18].

При дослідженні Селену у плазмі крові корів встановлено (табл.) його низькі показники, порівняно з рекомендованими фізіологічними значеннями [2, 5]. Вміст *Se* у плазмі крові тісно пов'язаний з його кількістю у кормах, тому навіть короточасний дефіцит його споживання може спричинити зниження в організмі. У молозиві вміст Селену був значно вищим порівняно з плазмою крові. Слід відзначити, що кількість Селену в молозиві майже у 4 рази вища, ніж у молоці [15]. Водночас, у передшлунках жуйних настає відновлення мікроорганізмами, спожитого з кормом *Se*, до нерозчинних форм, що веде до зниження його засвоєння [21].

У волосяному покриві корів кількість Селену дорівнювала $1,44 \pm 0,130$ мг/кг. Це може вказувати на те, що у сухостійний період корови мали достатнє забезпечення *Se* [11, 17]. Адаже сухостійні корови отримували премікс з вмістом Селену. Встановлені нами низькі показники *Se* у крові корів після отелення, а також відсутність його додаткових включень у раціоні дійних тварин може спричинити дефіцит Селену в організмі під час лактаційного періоду [9].

Висновки. Корови сухостійного періоду отримували додатково з кормами мінерально-вітамінний премікс, у складі

якого були Йод, Купрум, Кобальт та Селен, а дійні – лише Йод та Селен. Лабораторні дослідження плазми крові, молозива та волосяного покриву корів на 2–5 добу після отелення показали добру забезпеченість організму тварин Ферумом, Купрумом та Цинком. Вміст Кобальту, Мангану та Селену в організмі корів був низьким, що може свідчити про недостатнє забезпечення ними раціонів. Низькі показники біотичних мікроелементів у

організмі корів після отелення, а також відсутність їх додаткових включень у раціони дійних тварин може спричинити дефіцит під час лактаційного періоду.

Перспективи подальших досліджень. Слід провести подальші дослідження життєво необхідних мікроелементів у організмі молочних корів під час лактації, а також й в інші фізіологічні періоди для з'ясування потреб і регулювання забезпеченості.

Список використаної літератури

1. Левченко В. І., Влізло В. В., Кондрахін І. П. Ветеринарна клінічна біохімія : підручник / За редакцією В. І. Левченка і В. В. Влізла. Біла Церква, 2019. 415 с.
2. Влізло В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б. Лабораторні методи досліджень у біології тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / За ред. В. В. Влізла. Львів : СПОЛОМ. 2012. 764 с.
3. Analyses of the relationship between the concentrations of essential trace elements in total mixed ration and faeces samples from Holstein Friesian dairy cows and the estimation of faeces reference values / R. Staufenbiel et al. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2022. Vol. 164. No. 10. P. 709–719. doi: 10.17236/sat00370.
4. Arthington J. D., Ranches J. Trace Mineral Nutrition of Grazing Beef Cattle. *Animals (Basel)*. 2021. Vol. 11, No. 10. P. 2767. Doi: 10.3390/ani11102767.
5. Corbett R. B. Trace Mineral Nutrition in Confinement Dairy Cattle. *Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice*. 2023. Vol. 39, I. 3. P. 425–438. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2023.06.004>.
6. Duplessis M., Royer I. Mini-Review: The importance of an integrated approach to assess trace mineral feeding practices in dairy cows. *Front. Anim. Sci.* 2023. Vol. 4. P. 1155361. Doi: 10.3389/fanim.2023.1155361.
7. Effect of breed and sampling place on the mineral content of cattle hair / E. Szigeti et al. *Poljoprivreda*. 2015. Vol. 21. P. 59–62. Doi: 10.18047/poljo.21.1.sup.13.
8. Effects of Elevating Zinc Supplementation on the Health and Production Parameters of High-Producing Dairy Cows / M. Oconitrillo et al. *Animals*. 2024. Vol. 14, No. 3. P. 395. <https://doi.org/10.3390/ani14030395>.
9. Efficacy of feeding hydroxy-selenomethionine on plasma and milk selenium in mid-lactation dairy cows / M. A. Hachemi et al. *Journal of Dairy Science*. 2023. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22323>.
10. Effects of replacing inorganic salts of trace minerals with organic trace minerals in the pre- and postpartum diets on mineral status, antioxidant

References

1. Levchenko V. I., Vlizlo V. V., Kondrakhin I. P. *Veterynarna klinichna biokhimiya : textbook / Edited by V. I. Levchenko & V. V. Vlizlo. Bila Tserkva. 2019. 415 p.*
2. Vlizlo V. V., Fedoruk R. S., Ratych I. B. Laboratory methods of investigation in biology, stockbreeding and veterinary : directory / Edited by V. V. Vlizlo. Lviv : SPOLOM. 2012. 764 p.
3. Analyses of the relationship between the concentrations of essential trace elements in total mixed ration and faeces samples from Holstein Friesian dairy cows and the estimation of faeces reference values / R. Staufenbiel et al. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2022. Vol. 164. No. 10. P. 709–719. doi: 10.17236/sat00370.
4. Arthington J. D., Ranches J. Trace Mineral Nutrition of Grazing Beef Cattle. *Animals (Basel)*. 2021. Vol. 11, No. 10. P. 2767. Doi: 10.3390/ani11102767.
5. Corbett R. B. Trace Mineral Nutrition in Confinement Dairy Cattle. *Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice*. 2023. Vol. 39, I. 3. P. 425–438. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2023.06.004>.
6. Duplessis M., Royer I. Mini-Review: The importance of an integrated approach to assess trace mineral feeding practices in dairy cows. *Front. Anim. Sci.* 2023. Vol. 4. P. 1155361. Doi: 10.3389/fanim.2023.1155361.
7. Effect of breed and sampling place on the mineral content of cattle hair / E. Szigeti et al. *Poljoprivreda*. 2015. Vol. 21. P. 59–62. Doi: 10.18047/poljo.21.1.sup.13.
8. Effects of Elevating Zinc Supplementation on the Health and Production Parameters of High-Producing Dairy Cows / M. Oconitrillo et al. *Animals*. 2024. Vol. 14, No. 3. P. 395. <https://doi.org/10.3390/ani14030395>.
9. Efficacy of feeding hydroxy-selenomethionine on plasma and milk selenium in mid-lactation dairy cows / M. A. Hachemi et al. *Journal of Dairy Science*. 2023. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22323>.
10. Effects of replacing inorganic salts of trace minerals with organic trace minerals in the pre- and postpartum diets on mineral status, antioxidant biomarkers, and health of dairy cows / B. Mion et al.

biomarkers, and health of dairy cows / B. Mion et al. *Journal of Animal Science*. 2023. <https://doi.org/10.1093/jas/skad041>.

11. Erhebungen zum Spurenelementstatus von wachsenden Rindern und deren Kälbern mit Hilfe von Haaranalysen / O. Steinhöfel et al. 45. *Internationale Leipziger Laborfortbildung. Tradition und Zukunft in der Veterinärmedizin*. Leipzig. 2021. P. 102–107.

12. Goff J. P. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status. *J. Dairy Sci.* 2018. Vol. 101, I. 4. P. 2763–2813. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13112>.

13. Herdt Th. H., Hoff B. The Use of Blood Analysis to Evaluate Trace Mineral Status in Ruminant Livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2011. Vol. 27, I. 2. P. 255–283. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2011.02.004>.

14. Hill G. M., Shannon M. C. Copper and Zinc Nutritional Issues for Agricultural Animal Production. *Biol. Trace Elem. Res.* 2019. Vol. 188. P. 148–159. Doi: 10.1007/s12011-018-1578-5.

15. Juniper D. T., Rymer C., Briens M. Bioefficacy of hydroxy-selenomethionine as a selenium supplement in pregnant dairy heifers and on the selenium status of their calves. *J. Dairy Sci.* 2019. Vol. 102. P. 7000–7010. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16065>.

16. López-Alonso M., Miranda M. Implications of Excessive Livestock Mineral Supplementation on Environmental Pollution and Human Health / In: De Leon D. A., Aragon P. R., editors. *Trace Elements: Environmental Sources, Geochemistry and Human Health*. Nova Science Publishers, Inc. ; New York, NY, USA. 2012. P. 75–91.

17. Moritz A. Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin / Edited by A. Moritz. Stuttgart : Schattauer. 2014. 934 p.

18. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition. *Washington, DC: The National Academies Press*. 2016. <https://doi.org/10.17226/19014>.

19. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition. *Washington, DC: The National Academies Press*. 2021. <https://doi.org/10.17226/25806>.

20. Seasonal Changes in Trace-Element Content in the Coat of Hucul Horses / K. Jachimowicz-Rogowska et al. *Animals*. 2022. Vol. 12. No. 20. P. 2770. <https://doi.org/10.3390/ani12202770>.

21. Spears J. W., Brandao V. L. N., Heldt J. Invited Review: Assessing trace mineral status in ruminants, and factors that affect measurements of trace mineral status. *Applied Animal Science*. 2022. Vol. 38, I. 3. P. 252–267. <https://doi.org/10.15232/aas.2021-02232>.

22. Suttle N. F. Reducing the risk of copper toxicity in dairy cattle. *Veterinary Rec.* 2016. Vol. 178.

Journal of Animal Science. 2023. <https://doi.org/10.1093/jas/skad041>.

11. Erhebungen zum Spurenelementstatus von wachsenden Rindern und deren Kälbern mit Hilfe von Haaranalysen / O. Steinhöfel et al. 45. *Internationale Leipziger Laborfortbildung. Tradition und Zukunft in der Veterinärmedizin*. Leipzig. 2021. P. 102–107.

12. Goff J. P. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status. *J. Dairy Sci.* 2018. Vol. 101, I. 4. P. 2763–2813. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13112>.

13. Herdt Th. H., Hoff B. The Use of Blood Analysis to Evaluate Trace Mineral Status in Ruminant Livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2011. Vol. 27, I. 2. P. 255–283. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2011.02.004>.

14. Hill G. M., Shannon M. C. Copper and Zinc Nutritional Issues for Agricultural Animal Production. *Biol. Trace Elem. Res.* 2019. Vol. 188. P. 148–159. Doi: 10.1007/s12011-018-1578-5.

15. Juniper D. T., Rymer C., Briens M. Bioefficacy of hydroxy-selenomethionine as a selenium supplement in pregnant dairy heifers and on the selenium status of their calves. *J. Dairy Sci.* 2019. Vol. 102. P. 7000–7010. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16065>.

16. López-Alonso M., Miranda M. Implications of Excessive Livestock Mineral Supplementation on Environmental Pollution and Human Health / In: De Leon D. A., Aragon P. R., editors. *Trace Elements: Environmental Sources, Geochemistry and Human Health*. Nova Science Publishers, Inc. ; New York, NY, USA. 2012. P. 75–91.

17. Moritz A. Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin / Edited by A. Moritz. Stuttgart : Schattauer. 2014. 934 p.

18. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition. *Washington, DC: The National Academies Press*. 2016. <https://doi.org/10.17226/19014>.

19. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition. *Washington, DC: The National Academies Press*. 2021. <https://doi.org/10.17226/25806>.

20. Seasonal Changes in Trace-Element Content in the Coat of Hucul Horses / K. Jachimowicz-Rogowska et al. *Animals*. 2022. Vol. 12. No. 20. P. 2770. <https://doi.org/10.3390/ani12202770>.

21. Spears J. W., Brandao V. L. N., Heldt J. Invited Review: Assessing trace mineral status in ruminants, and factors that affect measurements of trace mineral status. *Applied Animal Science*. 2022. Vol. 38, I. 3. P. 252–267. <https://doi.org/10.15232/aas.2021-02232>.

22. Suttle N. F. Reducing the risk of copper

P. 196–196. Doi: 10.1136/vr.i793.

23. Trace Elements in Beef Cattle: A Review of the Scientific Approach from One Health Perspective / F. L. Silva et al. *Animals (Basel)*. 2022. Vol. 31, No. 12. P. 2254. Doi: 10.3390/ani12172254.

24. Valldecabres A., Silva-del-Río N. First-milking colostrum mineral concentrations and yields: Comparison to second milking and associations with serum mineral concentrations, parity, and yield in multiparous Jersey cows. *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105, No. 3. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21069>.

25. Weiss W. P. A 100-year review: From ascorbic acid to zinc - mineral and vitamin nutrition of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2017. Vol. 100. P. 10045–10060. Doi: 10.3168/jds.2017-12935.

26. Wysocka D., Snarska A., Sobiech P. Copper – an essential micronutrient for calves and adult cattle. *J. Elem.* 2019. Vol. 24, No. 1. P. 101–110. DOI: 10.5601/jelem.2018.23.2.1645..

27. Zinc, copper, and manganese homeostasis and potential trace metal accumulation in dairy cows: Longitudinal study from late lactation to subsequent mid-lactation / J.-B. Daniel et al. *The Journal of Nutrition*. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2023.02.022>.

28. Yang F. L., Li X. S. Role of antioxidant vitamins and trace elements in mastitis in dairy cows. *J. Advanced Veterinary Anim. Res.* 2015. Vol. 2. P. 1–9. doi: 10.5455/javar.2015.b48

toxicity in dairy cattle. *Veterinary Rec.* 2016. Vol. 178. P. 196–196. Doi: 10.1136/vr.i793.

23. Trace Elements in Beef Cattle: A Review of the Scientific Approach from One Health Perspective / F. L. Silva et al. *Animals (Basel)*. 2022. Vol. 31, No. 12. P. 2254. Doi: 10.3390/ani12172254.

24. Valldecabres A., Silva-del-Río N. First-milking colostrum mineral concentrations and yields: Comparison to second milking and associations with serum mineral concentrations, parity, and yield in multiparous Jersey cows. *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105, No. 3. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21069>.

25. Weiss W. P. A 100-year review: From ascorbic acid to zinc - mineral and vitamin nutrition of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2017. Vol. 100. P. 10045–10060. Doi: 10.3168/jds.2017-12935.

26. Wysocka D., Snarska A., Sobiech P. Copper – an essential micronutrient for calves and adult cattle. *J. Elem.* 2019. Vol. 24, No. 1. P. 101–110. DOI: 10.5601/jelem.2018.23.2.1645.

27. Zinc, copper, and manganese homeostasis and potential trace metal accumulation in dairy cows: Longitudinal study from late lactation to subsequent mid-lactation / J.-B. Daniel et al. *The Journal of Nutrition*. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2023.02.022>.

28. Yang F. L., Li X. S. Role of antioxidant vitamins and trace elements in mastitis in dairy cows. *J. Advanced Veterinary Anim. Res.* 2015. Vol. 2. P. 1–9. doi: 10.5455/javar.2015.b48.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-10

Оригінальна наукова стаття

УДК 543.61:612.062:616-008.842/.848

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СПІВВІДНОШЕНЬ МАСИ ВОДИ ТА БІЛКОВИХ І НЕБІЛКОВИХ РЕЧОВИН МАТКОВО-ВАГІНАЛЬНОГО СЛИЗУ**Г. В. Максимюк¹, О. І. Стадницька², Г. М. Седіло², В. М. Максим'юк², І. М. Яремчук³**

¹Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького м. Львів, вул. Пекарська, 69, 79010

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

³Інститут біології тварин НААН м. Львів, вул. В. Стуса, 38, 79034

Про авторів:

Ганна МАКСИМЮК,
доктор біологічних наук
ORCID: 0000-0001-9561-2381

Ольга СТАДНИЦЬКА,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0001-6574-4068

Григорій СЕДІЛО,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-2314-337X

Василь МАКСИМ'ЮК,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0000-0001-6280-8214

Ірина ЯРЕМЧУК,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0001-8787-2132

Для листування:

Ганна МАКСИМЮК
e-mail: hanna.maksymjuk@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук України

Отримано:
27 серпня 2024 р.
Погоджено до друку:
13 вересня 2024 р.

Результати методичної розробки свідчать: різні проміжки часу екстракції (5 хв → 24 → 48 → 72 год) досліджуваних зразків дистильованою водою; їх 24-годинне розчинення соляною кислотою і сумішню кислот «царської водки» та прийоми гравіметричного методу (зважування, випарювання, центрифугування, спалювання) ділять склад зразків на: абсорбовану і зв'язану воду; екстраговані водою чи еліміновані у воду (вільні, слабо-, міцнозв'язані); неекстраговані водою; розчинені і нерозчинені мінеральними кислотами й кислотостійкі речовини.

Експериментатори різного роду (фізіологи, біохіміки, біофізики) можуть ефективно застосовувати апробовані й впроваджені в лабораторну роботу прийоми досліджень особливостей динаміки, розподілу й рівноважного стану маси складових у системах типу «середовище (вода) – речовина». Це дозволяє об'єктивно оцінювати зміни фізико-хімічного стану речовин за шкодочинної дії екзо- й ендогенних факторів.

Ключові слова: корови, матково-вагінальний слиз, маса речовин слизу та їх співвідношення.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Максимюк Г. В., Стадницька О. І., Седіло Г. М., Максим'юк В. М., Яремчук І. М., 2024

Methodology for determining mass ratios of water, protein and non-protein substances of the uterine-vaginal mucus

¹Lviv National Medical University
named after Danylo Halytskyi
st. Pekarska, 69, Lviv, 79010, Ukraine

²Institute of Agriculture of the
Carpathian region
of the NAAS

*st. M. Hrushevskoho, 5, Lviv district,
Lviv region, 81115, Ukraine*

³Institute of Animal Biology of the
NAAS
st. V. Stusa, 38, Lviv, 79034, Ukraine

About authors:

Hanna MAKSYMUK
ORCID: 0000-0001-9561-2381

Olha STADNYTSKA
ORCID: 0000-0001-6574-4068

Hryhorii SEILO
ORCID: 0000-0002-2314-337X

Vasyl MAKSYMUK
ORCID: 0000-0001-6280-8214

Iryna YAREMCHUK
ORCID: 0000-0001-8787-2132

For corresponding:

Hanna MAKSYMUK
e-mail: hanna.maksymjuk@gmail.com

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:
August 27, 2024

Accepted:
September 13, 2024

This is an open-access article under the terms of the

The results of methodological development show: different extraction times (5 min → 24 → 48 → 72 h) of the studied samples with distilled water; their 24-hour dissolution with hydrochloric acid and a mixture of “royal vodka” acids and the gravimetric method (weighing, evaporation, centrifugation, combustion) divide the composition of the samples into: absorbed and bound water; extracted with water or eliminated in water (free, weakly, strongly bound); not extracted with water; dissolved and undissolved by mineral acids and acid-resistant substances.

Experimenters of various kinds (physiologists, biochemists, biophysicists) can effectively apply methods tested and implemented in laboratory work to study the dynamics, distribution, and equilibrium state of the mass of components in systems of the “environment (water) – substance” type. This makes it possible to objectively evaluate changes in the physical and chemical state of substances under the harmful effects of exogenous and endogenous factors.

Keywords: cows, uterine-vaginal mucus, mass of mucus substances and their ratio.

Вступ. Переважна більшість сучасних вчених [7, 9, 19], які досліджують особливості порушень репродуктивної функції людини і тварин, вважають, що дисбаланс гомеостазу маси білкових і небілкових речовин секретів та рідин статевих органів і самців, і самок знижує запліднюваність яйцеклітин під час природного парування і штучного осіменіння [1, 3]. Зареєстровано також зміни інтенсивності росту [10, 11, 16] і

розвитку [17, 18, 20] утвореного ембріона [21] та антропометричних показників новонародженого плода [13, 14].

Результати, які ми отримали впродовж 1983–2021 рр., досліджуючи особливості рівноважного стану маси й концентрації складових та їх дисбалансу у зразках нативної й кріоконсервованої сперми за шкодочинної дії екстремальних чинників [5, 6] і водних екстрактів дрібнодисперсного порошку статевих

органів бугаїв (яєчка, прутень, придаток, придаткові залози) та корів (яйники, матка, матково-вагінальний слиз, рідина алантоїсу й амніона), свідчать про те, що шкодочинна дія умов технології кріоконсервації сперми до $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ та продуктів запальних процесів статевих органів [15] вносить суттєві зміни в гомеостаз маси білкових і небілкових речовин та концентрації іонів лужних металів (Ca^{2+} , K^{+} , Na^{+}) в системах типу «середовище (вода) – речовина».

З цього приводу до наведених вище аргументів слід додати таке. Результатом впливу неоднакових проміжків часу екстракції ($5\text{ хв} \rightarrow 24 \rightarrow 48 \rightarrow 72\text{ год}$) зразків дистильованою водою, їх розчинення концентрованими мінеральними кислотами, дотримання вимог спектрофотометричного і гравіметричного методів досліджень (випарювання, центрифугування, спалювання) та методики визначення й методології [6] аналізу наслідків поділу складових на легку (рідина) і важку (осад) фракції (1 – екстраговані вільні; 2 – слабо-; 3 – міцнозв'язані; 4 – нерозчинні водою; 5 – розчинні кислотами; 6 – кислотостійкі речовини) є різна величина їх маси.

Зважаючи на це, сподіваємося, що апробовані й впроваджені в лабораторну роботу прийоми розробленої й рекомендованої методики визначення та методології аналізу динаміки маси білкових і небілкових речовин експериментатори різного роду спрямують на деталізацію й конкретизацію особливостей «реакції-відповіді» складових біологічних систем типу «середовище (вода) – речовина» за шкодочинної дії екстремальних ендо- і екзогенних факторів.

Матеріали і методи. Під час парувального сезону (квітень – червень), за виявлених ознак охоти в умовах сучасних фермерських приміщень з піхви корів 3–9-річного віку відбирають зразки матково-вагінального слизу (МВС). Відібраний у чашки Петрі слиз клінічно здорових тварин має бути без сторонніх домішок (пластини

білка, гній, кров тощо); колір – прозорим; консистенція – в'язкою, тягучою і плинною. Чашки Петрі з відібраним об'ємом ($12\text{--}23\text{ см}^3$) МВС одразу ж поміщають у похідну холодильну камеру (термос) і доставляють у лабораторію.

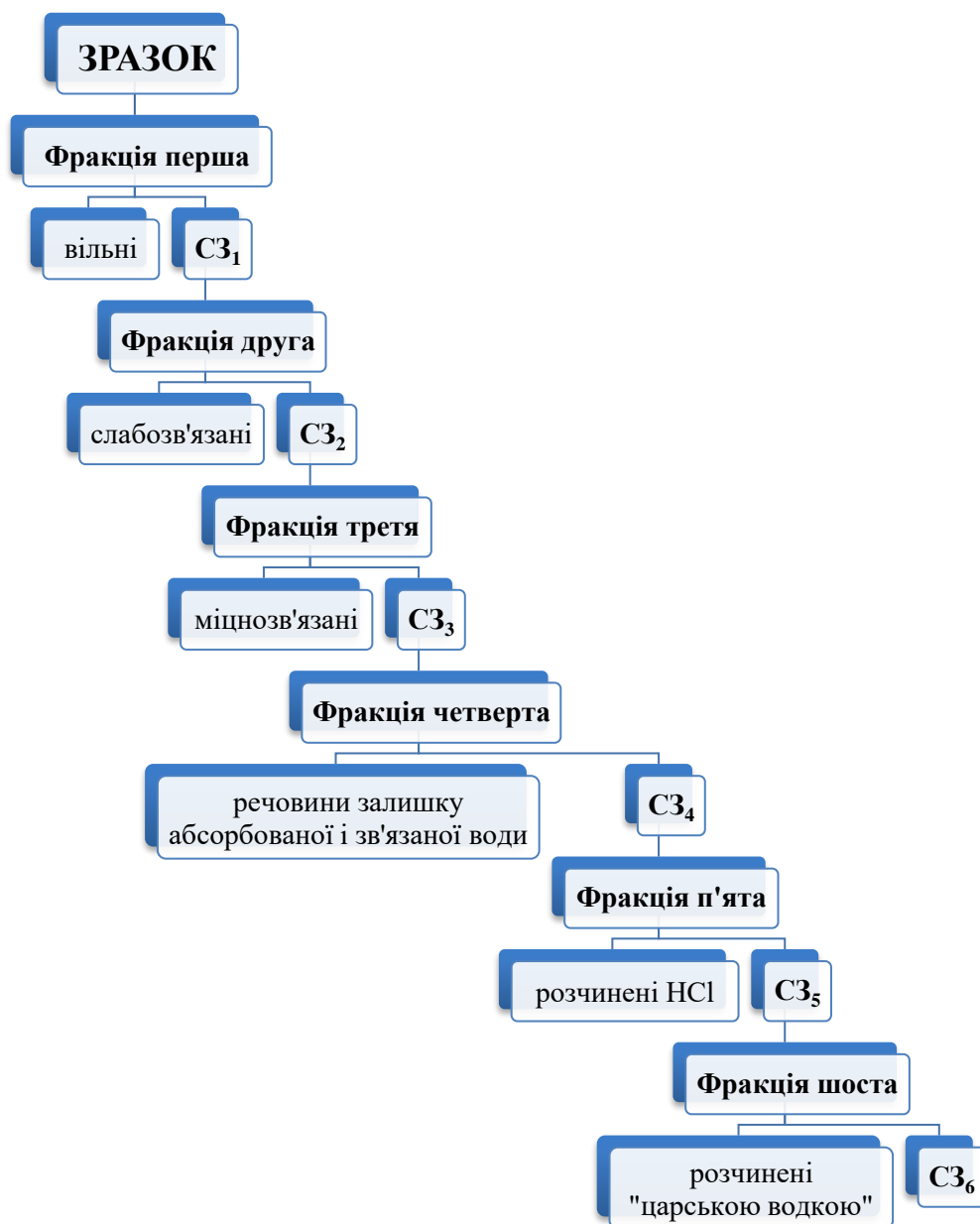
1. Підготовка зразків до досліджень.

Від отриманого об'єму в мірний циліндр відбирають 10 см^3 слизу. Переливають його у флакони (15 см^3) і поміщають у повітряний термостат за $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Висушують зразки три доби (72 год). Зміну показників маси речовин сухого залишку (СЗ) реєструють аналітичними демпферними терезами до часу появи її незміненого третього знака після коми. Отримані кристали речовин СЗ розтирають у фарфоровій (агатовій) ступці до стану дрібнодисперсного порошку. Для досліджень відбирають 500 мг порошку і висипають його у завчасно зважені (m_T) кварцові пробірки. Суму мас пробірки і МВС (m_{T30}) реєструють.

2. Визначення показників маси вільних, слабо-, міцнозв'язаних, екстрагованих (елімінованих), не розчинених водою, але розчинених кислотами речовин (рис.).

2.1. Для визначення особливостей розподілу маси складових, катіони й аніони яких вільні від білкових і небілкових речовин слизу, у пробірку з порошком доливають 5 см^3 дистильованої води. Суміш порошку з водою ретельно перемішують і 5 хв за 800 г центрифугують. Відокремлену частину суміші вільних речовин (перша фракція) обережно зливають. Пробірку з абсорбованою і зв'язаною водою та речовинами нерозчиненого осаду зважують. Результати зважування реєструють.

2.2. Пробірку з відокремленим осадом нерозчинених речовин поміщають у повітряний термостат, розігрітий до $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Третьої доби висушування отримують першу наважку СЗ (друга фракція) без абсорбованої і зв'язаної води та екстрагованих речовин.



Примітка. Ужитий термін **вільні речовини** допускає, що у водному середовищі молекули білкових і небілкових речовин того чи іншого нативного зразка дисоціюють на катіони й аніони. СЗ₁₋₆ – речовини зневоднених сухих залишків.

Рис. Схема розподілу маси речовин зразка між фракціями водних екстрактів (Г. В. Максимюк, О. І. Стадницька, 2024)

2.3. Масу екстрагованих і нерозчинених речовин, молекули яких перебувають у слабо- (третя фракція), міцнозв'язаному (четверта фракція) і нерозчиненому водою стані (п'ята фракція), визначають відповідно після 24 → 48 → 72 год екстракції. Умови центрифугування і висушування досліджуваних зразків, за винятком часу екстракції, зберігають однаковими.

2.4. Для визначення маси речовин, фізико-хімічну структуру яких вода не розчиняє, у кварцову пробірку доливають 1 см³ концентрованої соляної кислоти (НСІ). Суміш зразка і кислоти обережно і ретельно перемішують. Масу пробірки, зразка і доливої кислоти реєструють. Пробірку з кислотою і зразком витримують 24 год у витяжній шафі за умов кімнатної температури (16–18 °С). Методом центрифугування рідку частину зразка

відокремлюють від осаду і зливають у скляну посудину. Пробірку із залишком осаду нерозчинених речовин і кислоти зважують. Процедуру висушування здійснюють у повітряному термостаті (105 °C). Умови встановленого терміну висушування не змінюють.

2.5. Для визначення маси речовин, структуру яких концентрована соляна кислота не розчиняє, у кварцову пробірку доливають 1 см³ азотної і 3 см³ соляної кислот («царська водка»). Масу нерозчинених речовин за дії фізико-хімічних властивостей «царської водки» визначають ідентичною наведеною вище послідовністю прийомів використаної процедури (2.4) гравіметричного методу [8].

Використані способи отримання, підготовки і проведення досліджень відповідають вимогам Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» [4] та Директив Парламенту Європи [12]. Базові положення рекомендованої методики розроблено, апробовано і впроваджено в лабораторну роботу під час виконання науково-дослідних завдань Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН «Дослідження особливостей гомеостазу органічної й неорганічної складової навколоплідної рідини у корів та його зв'язок зі станом фізичних ознак новонародженого плода» (№ державної реєстрації 0121U100404) та Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького «Розробка прогностичних і діагностичних імуно-біохімічних критеріїв за дії на організм екстремальних чинників різної природи» (№ державної реєстрації 021U100163).

Дотримуючись вимог і процедур (зважування, центрифугування, випарювання) гравіметричного методу досліджень, визначення маси складових здійснюють за вимогами трьох етапів схеми (рис.).

На першому етапі досліджень визначають і реєструють: масу тари (m_T);

суму мас тари і зразка (m_{T+0}); тари і долітої ($^{1-6}m_1$) та абсорбованої ($^{1-6}m_2$) води; тари і зразків ($^{тс1-4}m_3$) СЗ₁₋₆ (див. табл. 1).

На другому – отриману різницю мас складових у фракціях водних екстрактів (ФВЕ) МВС використовують для досліджень особливостей розподілу вільних, слабо- і міцнозв'язаних, залишку екстрагованих і неекстрагованих водою та розчинених соляною кислотою і сумішню кислот «царської водки» речовин. За показниками абсорбованої і зв'язаної води ($^{тс1-4}m_3$) та розчинених кислотами білкових і небілкових речовин ($^{тс3-6}m_3$) визначають масу абсорбованої і зв'язаної води (x_{1-6}); екстрагованих водою (y_{1-4}) і розчинених кислотами (y_5 і 6), неекстрагованих (z_{1-4}), нерозчинених (z_5) і кислотостійких (z_6) речовин (див. схему і табл. 2).

На третьому – за показниками мас тари, води, зневоднених нерозчинених СЗ (див. табл. 1) та зневоднених нерозчинених білкових і небілкових речовин (див. табл. 2) знаходять індекси співвідношень маси складових (див. табл. 3).

Результати та обговорення. Етап перший. Попередні нескладні арифметичні розрахунки результатів досліджень свідчать, що отримана різниця суми мас тари і дрібнодисперсного порошку нативного зразка ($m_{T+0} = 13,5751$ г) та зареєстрованої маси тари ($m_T = 13,0756$ г) становить 0,4995 г (або 499,5 мг). Умови екстракції зразка дистильованою водою та його розчинення концентрованими мінеральними кислотами ініціюють відповідну втрату випаруваної води, білкових і небілкових речовин (табл. 1).

Середній показник кожної наступної фракції щодо попередньої (18,1657 – 13,1100 = 5,0557 г) на 5,1 г поступово стає меншим. Однак визначена за цих обставин різниця маси речовин, структуру яких не розчиняє суміш азотної й соляної кислот (13,0761 – 13,0756 = 0,0005 г), все ще становить 0,5 мг.

1. Маса тари, зразка, води і зневоднених речовин сухого залишку (M; n = 5), г

Маса тари (m _T)	Сума мас тари, води і складових СЗ ₁₋₆			
	+ зразок (m _{TЗ0})	+ долита вода (1-6m ₁)	+ абсорбована вода (1-6m ₂)	+ зневоднені речовини (тсз1-6m ₃)
13,0756	13,5751	¹ m ₁ = 18,5479	¹ m ₂ = 13,4821	^{тсз1} m ₃ = 13,2096
		² m ₁ = 18,2507	² m ₂ = 13,3705	^{тсз2} m ₃ = 13,1124
		³ m ₁ = 18,0671	³ m ₂ = 13,1635	^{тсз3} m ₃ = 13,0909
		⁴ m ₁ = 18,1229	⁴ m ₂ = 13,2187	^{тсз4} m ₃ = 13,0864
		⁵ m ₁ = 18,0136	⁵ m ₂ = 13,1123	^{тсз5} m ₃ = 13,0844
		⁶ m ₁ = 17,9920	⁶ m ₂ = 13,1109	^{тсз6} m ₃ = 13,0761
M		18,1657	13,2430	13,1100
lim		17,9920–18,5479	13,1109–13,4821	13,0761–13,2096

Етап другий. Метою другого етапу досліджень є визначення абсолютних (мг) та відносних (%) показників маси абсорбованої і зв'язаної води,

екстрагованих водою і розчинених концентрованими мінеральними кислотами та неекстрагованих, нерозчинених і кислотостійких речовин (табл. 2).

2. Приклад визначення абсолютних (мг) і відносних (%) показників маси (M; n₁₋₆ = 5)

Фракції зразків	Формули та результати визначених показників		
	Абсорбована і зв'язана вода	Екстраговані й розчинені	Неекстраговані, нерозчинені, кислотостійкі
Перша	$x_1 = {}^1m_2 - {}^{тсз1}m_3$ (13,4821 – 13,2096) = 272,5	Вільні $y_1 = m_{TЗ0} - {}^{тсз1}m_3$ (13,5751 – 13,2096) = 365,5 (73,17 %)	Неекстраговані $z_1 = {}^{тсз1}m_3 - m_T$ (13,2096 – 13,0756) = 134,0 (26,83 %)
Друга	$x_2 = {}^2m_2 - {}^{тсз2}m_3$ (13,3705 – 13,1124) = 258,1	Слабозв'язані $y_2 = {}^{тсз1}m_3 - {}^{тсз2}m_3$ (13,2096 – 13,1124) = 97,2 (72,54 %)	Неекстраговані $z_2 = {}^{тсз2}m_3 - m_T$ (13,1124 – 13,0756) = 36,8 (27,46 %)
Третя	$x_3 = {}^3m_2 - {}^{тсз3}m_3$ (13,1635 – 13,0909) = 72,6	Міцнозв'язані $y_3 = {}^{тсз2}m_3 - {}^{тсз3}m_3$ (13,1124 – 13,0909) = 21,5 (58,42 %)	Неекстраговані $z_3 = {}^{тсз3}m_3 - m_T$ (13,0909 – 13,0756) = 15,3 (41,58 %)
Четверта	$x_4 = {}^4m_2 - {}^{тсз4}m_3$ (13,2187 – 13,0864) = 132,3	Речовини залишку абсорбованої і зв'язаної води $y_4 = {}^{тсз3}m_3 - {}^{тсз4}m_3$ (13,0909 – 13,0864) = 4,5 (29,41 %)	Неекстраговані $z_4 = {}^{тсз4}m_3 - m_T$ (13,0864 – 13,0756) = 10,8 (70,59 %)
П'ята	$x_5 = {}^5m_2 - {}^{тсз5}m_3$ (13,1123 – 13,0844) = 27,9	Розчинені соляною кислотою $y_5 = {}^{тсз4}m_3 - {}^{тсз5}m_3$ (13,0864 – 13,0844) = 2,0 (18,52 %)	Нерозчинені $z_5 = {}^{тсз5}m_3 - m_T$ (13,0844 – 13,0756) = 8,8 (81,48 %)
Шоста	$x_6 = {}^6m_2 - {}^{тсз6}m_3$ (13,1109 – 13,0761) = 34,8	Розчинені «царською водкою» $y_6 = {}^{тсз5}m_3 - {}^{тсз6}m_3$ (13,0844 – 13,0761) = 8,3 (94,32 %)	Кислотостійкі $z_6 = {}^{тсз6}m_3 - m_T$ (13,0761 – 13,0756) = 0,5 (5,68 %)

Особливості розподілу маси абсорбованої і зв'язаної води визначають за формулою 1 ($x_{1-6} = 1^{-6}m_2 - t_{c31-6}m_3$), де: x_{1-6} – різниця суми мас абсорбованої і зв'язаної води; $1^{-6}m_2$ – сума мас тари, зразка й абсорбованої води; $1^{-6}m_3$ – сума мас тари і зневоднених нерозчинених речовин СЗ (шоста фракція). Формули 2а і 2б відповідно використовують для визначення маси екстрагованих ($y_1 = m_{тз0} - t_{c31}m_3$) і розчинених ($y_{2-6} = t_{c31-6}m_3 - 2^{-6}m_3$) речовин, де: y_{1-6} – різниця суми мас екстрагованих та розчинених білкових і небілкових речовин; $m_{тз0}$ – сума мас тари і зразка; $m_{t_{c31-6}}$ – сума мас тари і екстрагованих та розчинених речовин СЗ (перша – шоста фракції); $1^{-6}m_3$ – сума мас тари і нерозчинених речовин СЗ (перша – шоста фракції). За формулою 3 – $z_{1-6} = t_{c31-6}m_3 - m_t$ визначають масу неекстрагованих, нерозчинених і кислотостійких речовин, де z_{1-6} – різниця суми мас неекстрагованих та нерозчинених білкових, небілкових і кислотостійких речовин; $t_{c31-6}m_3$ – сума мас тари і зневоднених нерозчинених речовин СЗ (перша – шоста фракції); m_t – маса тари.

За дії впроваджених умов розчинення, центрифугування і випарювання зразків маса абсорбованої і зв'язаної води першої, другої і третьої фракцій поступово стає меншою ($272 > 258 > 73$ мг). Маса речовин залишку абсорбованої і зв'язаної води четвертої фракції становить 132; розчинених і нерозчинених соляною кислотою (п'ята фракція) – 28; розчинених сумішшю кислот «царської водки» (шоста фракція) – 35 мг.

Визначені вимогами гравіметричного методу та оцінені розрахунками формул (x , y , z) особливості розподілу маси речовин свідчать, що показники отриманого ряду мас екстрагованих водою вільних, слабо- і міцнозв'язаних (перша – третя фракції) речовин та речовин залишку води (четверта фракція) і розчинених соляною кислотою (п'ята фракція) – лінійно менші ($365,5 > 97,2 > 21,5 > 4,5 > 2$ мг). Однак маса розчинених сумішшю кислот «царської водки» (шоста фракція) становить 8,3 мг.

Подібна ситуація, але на іншому рівні виявлених величин, властива залишкам маси неекстрагованих водою, нерозчинених кислотами і кислотостійких речовин (перша – шоста фракції), а саме: $134,0 > 36,8 > 15,3 > 10,8 > 8,8 > 0,5$ мг.

З цього приводу слід зазначити, що маса екстрагованих і розчинених речовин, відсоток яких визначено щодо неекстрагованих, нерозчинених і кислотостійких, має дещо іншу конфігурацію, а саме: відсотки маси вільних (73,17 %) і слабозв'язаних (72,54 %) речовин першої та другої фракцій в 2,7 і 2,6 разу більші, ніж неекстрагованих (26,83 і 27,46 %); міцнозв'язаних третьої фракції (58,42 %) однаково рівні з неекстрагованими (41,58 %); залишку речовин абсорбованої і зв'язаної води (29,41 %) четвертої фракції та розчинених соляною кислотою (18,52 %) п'ятої фракції – відповідно в 2,4 і 4,4 разу менші, ніж неекстрагованих (70,59 %) і нерозчинених (81,48 %); розчинених сумішшю кислот «царської водки» (94,32 %) тільки на 13 % більше, ніж нерозчинених соляною кислотою (81,48 %); розчинених «царською водою» (94,32 %) в 17 разів більше, ніж кислотостійких (5,68 %).

Етап третій. Визначені на другому етапі досліджень абсолютні показники екстрагованих і неекстрагованих речовин та абсорбованої і зв'язаної води використовують для встановлення й оцінювання особливостей гомеостазу складових систем типу «середовище (вода) – речовина» вирахованими індексами співвідношень їх маси (табл. 3).

Індекси співвідношень маси вільних, слабо- і міцнозв'язаних речовин першої – третьої фракцій зразка МВС (2, 7, 5:1 та 1, 3, 3:1) свідчать, що їх молекули відповідно в 2,0; 2,3 і 1,7 разу активніше абсорбують і зв'язують воду від нерозчиненого залишку речовин СЗ. Однак індекс першої і п'ятої фракцій в 2,4 і 4,6 разів менший, тоді як шостої – в 17,5 разу більший.

3. Приклад підрахунку індексу співвідношень маси речовин (M; n₁₋₆ = 5; Im:1)

Фракції зразків, стат. показник	Пари речовин		
	абсорбована і зв'язана вода : екстраговані речовини	абсорбована і зв'язана вода : неекстраговані речовини	екстраговані : неекстраговані речовини
Перша	272,5 : 365,5 = 1:1	272,5 : 134,0 = +2:1	365,5 : 134,0 = +3:1
Друга	258,1 : 97,2 = +3:1	258,1 : 36,8 = +7:1	97,2 : 36,8 = +3:1
Третя	72,6 : 21,5 = +3:1	72,6 : 15,3 = +5:1	21,5 : 15,3 = 1:1
Четверта	132,3 : 4,5 = +29:1	132,3 : 10,8 = +12:1	4,5 : 10,8 = -2:1
П'ята	27,9 : 2,0 = +14:1	27,9 : 8,8 = +3:1	2,0 : 8,8 = -4:1
Шоста	34,8 : 8,3 = +4:1	34,8 : 0,5 = +70:1	8,3 : 0,5 = +17:1
M	+9:1	+16:1	±5:1
lim	1:1 – +29:1	+2:1 – +70:1	-4:1 – +17:1

Примітка. Для зручності аналізу особливостей динаміки величину вирахованих індексів наведено цілими числами. Знак (+) свідчить, що маса екстрагованих речовин та абсорбованої і зв'язаної води більша за масу неекстрагованих нерозчинених речовин СЗ₁₋₆; знак (-) – на яке число частин маси індекс співвідношень досліджуваних речовин менший.

Виявлені й оцінені наслідки впливу процедур гравіметричного методу на розподіл маси складових вказують на те, що найменшу кількість абсорбованої і зв'язаної води (1–2:1) мають речовини першої фракції. У цьому зв'язку увагу дослідників слід акцентувати ще й на тому, що процес абсорбції та зв'язування води неекстрагованими й нерозчиненими речовинами кожної окремо взятої фракції характеризують різні показники. Їх середні значення у фракціях перша – п'ята – третя – друга не виходять за межу +2–3–5–7:1, але четвертої і шостої збільшуються відповідно +12:1 і +70:1.

Вираховані індекси рівноважного стану маси (перша і друга фракції) екстрагованих вільних і слабозв'язаних речовин щодо неекстрагованих збігаються (3:1); екстрагованих міцнозв'язаних щодо неекстрагованих (третя фракція) в середньому становлять 1,4:1. Ситуація з четвертою і п'ятою фракціями кардинально інша. Показники маси речовин залишку абсорбованої і зв'язаної води (4,5 проти 10,8 мг) та розчинених концентрованою соляною кислотою (2,0 проти 8,8 мг) в 2 і 4 рази відповідно менші від неекстрагованих. Окремою суттєвою різницею показників шостої фракції є величина індексу співвідношень маси (+17:1) екстрагованих речовин (8,3 мг) до

неекстрагованого залишку кислотостійких (0,5 мг).

Висновки

1. Результати першого – другого – третього етапів досліджень рекомендуємо використовувати для визначення особливостей «реакції-відповіді» складових матково-вагінального слизу на дію неоднакових проміжків часу (5 хв → 24 → 48 → 72 год) екстракції дистильованою водою та впродовж 24-годинної дії соляної кислоти і «царської водки» на нерозчинні речовини сухих залишків.

2. Залучені режими процедур гравіметричного методу, а саме: екстракція, розчинення, зважування, випарювання й центрифугування забезпечують визначення особливостей розподілу екстрагованої маси вільних, слабо- і міцнозв'язаних, неекстрагованих дистильованою водою, розчинених і нерозчинених кислотами та кислотостійких речовин у системах типу «середовище (вода) – речовина».

3. Вирахованими індексами співвідношень маси абсорбованої і зв'язаної води до екстрагованих і неекстрагованих речовин та екстрагованих до неекстрагованих оцінюють динаміку рівноважного стану (гомеостаз) складових у зразках секретів та тканин статевих органів за шкодочинної дії факторів екзо- і ендогенного походження.

Список використаної літератури

1. Афанасієва Л. П., Калиновський Г. М. Проникність важких металів через плацентарний бар'єр корови. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2007. № 8 (19). С. 5–8.
2. Ветеринарне акушерство, гінекологія та біотехнологія відтворення тварин з основами андрології : підручник / В. А. Яблонський та ін. Вінниця : Нова Книга, 2006. 592 с.
3. Генетика репродукції / С. В. Денисенко и др. ; под ред. Т. И. Бужиевской. Киев, 2008. 650 с.
4. Закон України «Про захист тварин від жорстокого поводження». *Відомості Верховної Ради України*. 2006. № 27. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> (дата звернення: 23.08.2024).
5. Зверева Г. В., Черномаз Л. А., Максимюк В. М. Характеристика спермиев быков в водних растворах оптимальной концентрации. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1983. № 12. С. 22–24.
6. Максим'юк В. М., Максимюк Г. В., Воробець З. Д. Клітина, середовище, гомеостаз. Львів : СПОЛОМ, 2021. 315 с.
7. Проникність плацентарного бар'єру для Кадмію (С) та Плюмбуму (Р) протягом тільності корів та під час жеребіння кобил / Г. М. Калиновський та ін. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки*. 2019. Т. 21, № 93. С. 74–87. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/3630> (last accessed: 26.08.2024).
8. Сопін Є. Ф., Виноградова Р. П. Основи біохімічних методів досліджень. Київ : Вища шк., 1975. 244 с.
9. Al-Salec J. Interaction between cadmium (Cd), Selenium (Se) and oxidative stress biomarkers in healthy mothers and its impact on birth anthropometric measures. *Int. J. Hug. Environ. Health*. 2015. Vol. 218, № 1. P. 66–90. DOI: 10.1016/j.ijheh.2014.08.001.
10. Cadmium in placenta – a valuable biomarker exposure during pregnancy in biomedical research / M. Biasek et al. *Toxicall. Environ. Health*. 2014. Vol. 77, № 18. P. 1071–1074. DOI: 10.1080/15287394.2014.915779.
11. Concentrations of Mineral in Amniotic Fluid and Their Relations to Selected Maternal and Fetal Parameters / J. Suliburska et al. *Biological trace element research*. 2016. 172 (1). P. 37–45. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-015-0557-3>.
12. Directive of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific, 22.09. 2010/63/EU. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/63/oj> (last accessed: 26.08.2024).
13. Essawi W. M., Mostafa D. I. A., El Shorbagy A. I. A. Comparison between Biochemical Analysis of Cattle Amniotic Fluid and Maternal Serum Components during Pregnancy. *World Vet. J.* 2020. 10 (1). P. 67–73. DOI: <https://dx.doi.org/10.36380/scil.2020.wvj9>.

References

1. Afanasiieva L. P., Kalynovskyi H. M. Penetration of heavy metals through the placental barrier of the cow. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2007. No. 8 (19). P. 5–8.
2. Veterinary obstetrics, gynecology and biotechnology of animal reproduction with the basics of andrology: a textbook / V. A. Yablonskyi et al. Vinnytsia : Nova Knyha, 2006. 592 p.
3. Genetics of reproduction / S. V. Denisenko et al. ; pod red. T. I. Buzhievskej. Kiev, 2008. 650 p.
4. Law of Ukraine “On the Protection of Animals from Cruelty”. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*. 2006. No. 27. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> (last accessed: 23.08.2024).
5. Zvereva G. V., Chernomaz L. A., Maksimjuk V. M. Characteristics of bull spermatozoa in aqueous solutions of optimal concentration. *Doklady VASHNIL*. 1983. No. 12. P. 22–24.
6. Maksymiuk V. M., Maksymiuk H. V., Vorobets Z. D. Cell, environment, homeostasis. Lviv : SPOLOM, 2021. 315 p.
7. Penetration of the placental barrier for Cadmium (C) and Lead (P) during pregnancy in cows and during foaling of mares / H. M. Kalynovskyi et al. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Veterynarni nauky*. 2019. Vol. 21, no. 93. P. 74–87. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/3630> (last accessed: 26.08.2024).
8. Sopin Ye. F., Vynogradova R. P. Fundamentals of biochemical research methods. Kyiv : Vyshcha shk., 1975. 244 p.
9. Al-Salec J. Interaction between cadmium (Cd), Selenium (Se) and oxidative stress biomarkers in healthy mothers and its impact on birth anthropometric measures. *Int. J. Hug. Environ. Health*. 2015. Vol. 218, no. 1. P. 66–90. DOI: 10.1016/j.ijheh.2014.08.001.
10. Cadmium in placenta – a valuable biomarker exposure during pregnancy in biomedical research / M. Biasek et al. *Toxicall. Environ. Health*. 2014. Vol. 77, no. 18. P. 1071–1074. DOI: 10.1080/15287394.2014.915779.
11. Concentrations of Mineral in Amniotic Fluid and Their Relations to Selected Maternal and Fetal Parameters / J. Suliburska et al. *Biological trace element research*. 2016. 172 (1). P. 37–45. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-015-0557-3>.
12. Directive of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific, 22.09. 2010/63/EU. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/63/oj> (last accessed: 26.08.2024).
13. Essawi W. M., Mostafa D. I. A., El Shorbagy A. I. A. Comparison between Biochemical Analysis of Cattle Amniotic Fluid and Maternal Serum Components during Pregnancy. *World Vet. J.* 2020. 10 (1). P. 67–73. DOI: <https://dx.doi.org/10.36380/scil.2020.wvj9>.

14. Griffiths S. K., Campbell J. P. Placental structure, function and drug transfer. *Continuing Education in Anesthesia Critical Care & Pain*. 2015. Vol. 15, № 2. P. 84–89. DOI: 10.1093/bjaceaccp/mku013.

15. Imbalance of substance in uterine vaginal mucus in the early days of the estrous cycle / H. Maksymyuk et al. *Studia Biologica*. 2023. 17 (4). P. 73–84. DOI: 10.30970/sbi.1704.741.

16. Impact of fetal vs. maternal contributions of *Bos indicus* and *Bos taurus* genetics on embryonic and fetal development / P. L. P. Fontes et al. *Journal of animal science*. 2019. 97 (4). P. 1645–1655. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skz044>.

17. Kipper M., Hoque A. M. W., Raqib R. Accumulation of cadmium in human placenta interacts with transport of micronutrients to the foetus. *Toxically Lett.* 2010. Vol. 192, № 2. P. 162–168. DOI: 10.1016/j.toxlet.2009.10.018.

18. Lin C. M., Doyle P., Wang D. Does prenatal cadmium exposure effect foetal and child growth? *Occupational and Environmental Medicine*. 2011. Vol. 68, № 9. P. 641–646. DOI: 10.4172/2161-0509.1000204.

19. Placental transfer and concentrations of cadmium, mercury, lead and selenium in mothers, newborns, and young children / Z. Chen et al. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2014. Vol. 24, № 5. P. 537–544. DOI: 10.1038/jes.2014.26.

20. Prenatal cadmium exposure alters postnatal immune cell development and function / M. L. Hanson et al. *Toxically Appl. Pharmacol.* 2012. Vol. 261, № 2. P. 196–203. DOI: 10.1016/j.taap.2012.04.002.

21. Vitamin and Mineral Supplementation and Rate of Gain in Beef Heifers II: Effects on Concentration of Trace Minerals in Maternal Liver and Fetal Liver, Muscle, Allantoic, and Amniotic Fluids at Day 83 of Gestation / K. L. McCarthy et al. *Animals: an open access journal from MDPI*. 2022. 12 (15). 1925. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12151925>.

14. Griffiths S. K., Campbell J. P. Placental structure, function and drug transfer. *Continuing Education in Anesthesia Critical Care & Pain*. 2015. Vol. 15, no. 2. P. 84–89. DOI: 10.1093/bjaceaccp/mku013.

15. Imbalance of substance in uterine vaginal mucus in the early days of the estrous cycle / H. Maksymyuk et al. *Studia Biologica*. 2023. 17 (4). P. 73–84. DOI: 10.30970/sbi.1704.741.

16. Impact of fetal vs. maternal contributions of *Bos indicus* and *Bos taurus* genetics on embryonic and fetal development / P. L. P. Fontes et al. *Journal of animal science*. 2019. 97 (4). P. 1645–1655. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skz044>.

17. Kipper M., Hoque A. M. W., Raqib R. Accumulation of cadmium in human placenta interacts with transport of micronutrients to the foetus. *Toxically Lett.* 2010. Vol. 192, no. 2. P. 162–168. DOI: 10.1016/j.toxlet.2009.10.018.

18. Lin C. M., Doyle P., Wang D. Does prenatal cadmium exposure effect foetal and child growth? *Occupational and Environmental Medicine*. 2011. Vol. 68, no. 9. P. 641–646. DOI: 10.4172/2161-0509.1000204.

19. Placental transfer and concentrations of cadmium, mercury, lead and selenium in mothers, newborns, and young children / Z. Chen et al. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2014. Vol. 24, no. 5. P. 537–544. DOI: 10.1038/jes.2014.26.

20. Prenatal cadmium exposure alters postnatal immune cell development and function / M. L. Hanson et al. *Toxically Appl. Pharmacol.* 2012. Vol. 261, no. 2. P. 196–203. DOI: 10.1016/j.taap.2012.04.002.

21. Vitamin and Mineral Supplementation and Rate of Gain in Beef Heifers II: Effects on Concentration of Trace Minerals in Maternal Liver and Fetal Liver, Muscle, Allantoic, and Amniotic Fluids at Day 83 of Gestation / K. L. McCarthy et al. *Animals: an open access journal from MDPI*. 2022. 12 (15). 1925. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12151925>.

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.598

**РЕПРОДУКТИВНА ЗДАТНІСТЬ МАТОЧНОГО ПОГОЛІВ'Я
ОБРОШИНСЬКИХ БІЛИХ ГУСЕЙ
ЗА ЗАСТОСУВАННЯ КОРМОВИХ ДОБАВОК****М. Д. Петрів¹, Л. В. Ференц¹, С. О. Вовк¹, В. С. Федорович², М. О. Кравчук¹**

¹Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

²Львівський національний
університет ветеринарної медицини
та біотехнології
імені С. З. Гжицького
вул. Пекарська, 50, Львів, 79010

Про авторів:

Михайло ПЕТРІВ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-3199-0265

Любов ФЕРЕНЦ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-8308-7839

Стах ВОВК,
доктор біологічних наук
ORCID: 0000-0003-2545-5231

Василь ФЕДОРОВИЧ,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0009-0002-8240-1686

Мирослав КРАВЧУК,
аспірант
ORCID: 0009-0000-4218-2779

Для листування:

Любов ФЕРЕНЦ,
e-mail: l.v.ferenz@gmail.com

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
27 серпня 2024 р.
Погоджено до друку:
17 вересня 2024 р.

Згідно з умовами дослідження експериментально визначено ефективність застосування різних доз кормових добавок – про- та пребіотичних препаратів у раціонах маточного стада оброшинських білих гусей та досліджено їх вплив на морфологічні якості яєць та рівень продуктивності. У статті наведено результати досліджень ефективності застосування цих добавок, що забезпечує підвищення несучості гусей, сприяє підвищенню життєздатності гусенят. Проведеними дослідженнями встановлено, що оптимальною дозою для маточного поголів'я оброшинських білих гусей є згодовування пребіотичних кормових добавок ЕАМ у дозі 150 г на 1 т та пребіотичних препаратів ІСГД – у дозі 200 г на 1 т корму. Кращі показники продуктивності відзначено у маточного поголів'я гусей II дослідної групи, яким згодовували ЕАМ із розрахунку 150 г на 1 т, та V групи, які отримували ІСГД із розрахунку 200 г на 1 т корму. Вищі показники несучості відзначено у гусей II та V дослідних груп, продуктивність яких становила 40,6–40,8 шт. яєць, що на 4,4–4,9 % було вище, ніж у контролі. За результатами інкубації гусячих яєць кращі показники запліднюваності були в II групі та V дослідних групах (86,5–87,2 %), вони були вищими відповідно на 6,3 і 7,2 % від контрольних аналогів, вивід гусенят був більшим на 5,1 та 5,3 %. Встановлено, що згодовування оптимальних доз кормових добавок – про- та пребіотичних препаратів гусям маточного стада покращує їхню репродуктивну здатність на 7–9 %, продуктивні якості на 8–10 %.

Ключові слова: гуси, годівля, жива маса, пребіотик “Ензимаактивмікс”, пребіотик “Інактивовані сухі глутатіонові дріжджі”, репродуктивна здатність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

Reproductive ability of the parent flock of obroshyn by geese with the use of feed additives

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

²Stepan Gzhytskyi national university of veterinary medicine and biotechnologies
St. Pekarska, 50, Lviv, 79010

About authors:

Mykhailo PETRIV
ORCID: 0000-0003-3199-0265

Liubov FERENTS
ORCID: 0000-0002-8308-7839

Stakh VOVK
ORCID: 0000-0003-2545-5231

Vasyl Fedorovych
ORCID: 0009-0002-8240-1686

Myroslav KRAVCHUK
ORCID: 0009-0000-4218-2779

For corresponding:
Liubov FERENTS
e-mail: l.v.ferenz@gmail.com

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
August 27, 2024
Accepted:
September 17, 2024

According to the conditions of the experiment, the effectiveness of using different doses of feed additives – pro- and prebiotic drugs in the diets of the broodstock of Obroshyn white geese was experimentally determined and their influence on the morphological qualities of eggs and the level of productivity was investigated. The article presents the results of studies on the effectiveness of these additives, which ensure an increase in the egg-laying capacity of geese and contribute to the increase in the viability of goslings. The conducted studies have established that the optimal dose for the broodstock of Obroshyn white geese is the feeding of probiotic feed additives “Enzymactivemix” (EAM) at a dose of 150 g per 1 ton of feed and prebiotic preparation “Inactivated dry glutathione yeast” (IDGY) at a dose of 200 g per 1 ton of feed. The best productivity indicators were noted in the broodstock of geese of the II research group, fed EAM at the rate of 150 g per 1 ton, and of the V group, which received IDGY at the rate of 200 g per 1 ton of feed. Higher indicators of egg-laying were noted in geese of the II and V research groups, whose productivity was 40.6–40.8 pcs eggs, which was 4.4–4.9 % higher than in the control. According to the results of the incubation of goose eggs, the best indicators of fertilization were in the II and V experimental groups (86.5–87.2 %). They were higher, respectively, by 6.3 and 7.2 % compared to the control analogues. The hatching of goslings was greater by 5.1 and 5.3 %. It was established that optimal doses of feed additives – pro- and prebiotic preparations to geese of the brood flock improve their reproductive capacity by 7–9 % and productive qualities by 8–10 %.

Keywords: geese, feeding, live mass, probiotic “Enzymactivemix”, prebiotic “Inactivated dry glutathione yeast”, reproductive capacity.

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

Вступ. Птахівництво належить до числа галузей, які за порівняно незначних затрат праці, кормів і часу дають високоякісну продукцію [4, 15]. У збільшенні виробництва м'яса птиці чимала роль належить гусям, які відрізняються високою скоростиглістю, інтенсивністю росту та дієтичними якостями м'яса [2, 7, 12].

У сучасному птахівництві визначальним є питання не лише отримання високопродуктивної птиці, а й більш економічного виробництва яєць та

м'яса, насамперед за рахунок зниження витрат на висококалорійні та біологічно цінні корми. В собівартості м'яса птиці більша доля витрат (60–70 %) припадає на корми [16, 25].

Проте годівля та утримання птиці потребує не лише збалансованих раціонів за поживністю, а й застосування спеціальних кормових добавок [1]. З цією метою в птахівництві успішно застосовують кормові добавки, ферментні препарати, дріжджові біодобавки, пробіотики та пребіотики, які покращують

поїдання і засвоюваність кормів, збільшують приріст маси тіла, знижують захворюваність і відхід птиці [10, 17].

Сучасним підходом у напрямі підвищення продуктивності сільськогосподарської птиці й отримання якісної продукції є використання природних стимуляторів росту, таких як ферментні препарати, пробіотики та пребіотики тощо [5, 14]. Вони забезпечують не тільки підвищення продуктивності птиці, а й лікувально-профілактичний захист їх організму від патогенних факторів впливу зовнішнього середовища [11, 23]. Препарати пробіотиків, антибіотиків, пребіотиків, симбіотиків і ферментів здатні прямо або опосередковано впливати на мікрофлору кишківника птиці, покращувати перетравність поживних речовин корму, отже збільшувати природи живої маси, їх збереженість, забійний вихід та впливати на якісні показники м'яса [19, 24]. Особливо важливий науково-практичний інтерес становить дослідження впливу їх у раціонах водоплавної птиці, а саме гусей, у репродуктивний період [8].

Однією з умов підвищення економічної ефективності галузі та зниження затрат на корми для гусей є застосування про- та пребіотичних препаратів. Саме використання про- і пребіотиків у раціонах, виявляє виражений стимулювальний ефект на травні процеси, перебіг обміну речовин в організмі, імунний захист та продуктивні якості птиці [13]. Науковими дослідженнями доведено, що використання добавок про- та пребіотичних препаратів у раціонах стимулює ріст та розвиток молочнокислих і целюлозолітичних бактерій, підвищує інтенсивність росту, розвитку та м'ясу продуктивність тварин і птиці [8, 10, 26]. Годівлю репродуктивного стада гусей контролюють не тільки за живою масою, але і за продуктивністю, виводимістю молодняку, вмістом вітаміну А і каротиноїдів у яйці [21]. Основною умовою правильної організації годівлі гусей є

стабільність складу раціону та режиму годівлі птиці, які повністю забезпечують її потребу за обмінною енергією, поживними й біологічно активними речовинами [3, 18, 22].

У результаті аналізу літературних джерел встановлено, що найбільшу кількість результатів наукових досліджень про- та пребіотичних добавок складають дані щодо їх дії з поліпшення функціонування кишківника та стимуляції імунної системи [20, 25]. Наукові дослідження останніх років переконливо доводять, що використання у раціонах годівлі молодняку сільськогосподарської птиці цих препаратів виявляє позитивний вплив на формування і склад симбіотичної мікробіоти травного тракту та їхній ріст і розвиток [19–21, 24].

Виходячи зі стимулювального впливу про- та пребіотиків на природну мікрофлору шлунково-кишкового тракту і здатність покращувати процеси травлення у різних видів тварин і птиці, разом із селекційно-плеєними дослідженнями з породною групою гусей оброшинської селекції в плані підвищення продуктивності, є удосконалення технології їх годівлі.

Метою нашої роботи було вивчити ефективність застосування різних доз кормових добавок, а саме про- та пребіотичних препаратів у раціонах маточного поголів'я оброшинських білих гусей та їх вплив на репродуктивну здатність.

Матеріали і методи. Дослідження ефективності та безпечності кормових добавок “Ензимактивмікс” (ЕАМ) та “Інактивовані сухі глутатіонові дріжджі” (ІСГД) виробництва фірми “Ензим” (м. Львів) проводили в ДПДГ “Миклашів” та Інституті сільського господарства Карпатського регіону на клінічно здоровому маточному поголів'ї гусей оброшинської селекції з білим оперенням. Для цього було відібрано (за віком, живою масою, продуктивністю) та сформовано 1 контрольну та 6 дослідних груп (по

10 гол. у кожній). Застосування кормових добавок проводили шляхом згодовування їх з додаванням до основного раціону. Гусям контрольної групи упродовж дослідного періоду згодовували основний раціон згідно з нормами. До раціону гусей

дослідних груп відповідно вводили добавку пробіотика “Ензимактивмікс” (ЕАМ), та пребіотика “Інактивовані сухі глутатіонові дріжджі” (ІСГД) у дозах, наведених у схемі досліду (табл. 1). Напування гусенят проводилося в волю.

1. Схема досліду

Групи гусей	Кількість голів	Умови годівлі
Контрольна	10	Основний раціон (ОР)
I дослідна	10	ОР + ЕАМ із розрахунку 130 г на 1 т
II дослідна	10	ОР + ЕАМ із розрахунку 150 г на 1 т
III дослідна	10	ОР + ЕАМ із розрахунку 170 г на 1 т
IV дослідна	10	ОР + ІСГД із розрахунку 150 г на 1 т
V дослідна	10	ОР + ІСГД із розрахунку 200 г на 1 т
VI дослідна	10	ОР + ІСГД із розрахунку 250 г на 1 т

В результаті проведених досліджень було встановлено ефективність впливу вказаних доз кормових добавок – про- та пребіотичних препаратів у раціонах годівлі маточного поголів'я гусей на їхню продуктивність та репродуктивну здатність.

Облік несучості проводили щоденно з вирахуванням маси яєць із наступним відбором за цим показником для інкубації. Відбір інкубаційних яєць і контроль за їх зберіганням здійснювали щонайбільше до 14 днів.

Фізичні параметри яєць було оцінено за їх масою, довжиною і шириною індексом форми, міцністю та товщиною шкарлупи за загальноприйнятими методиками.

Масу яєць визначали шляхом зважування на вагах SF-400 з точністю до 0,01 г. Індекс форми яйця був вирахований як відношення діаметрів по довгій та короткій осях (виміри здійснювали штангенциркулем з точністю до 0,1 см). Товщину шкарлупи з підшкарлупною оболонкою визначали мікрометром на тупому та гострому кінцях і в екваторіальній частині яйця (визначено середнє значення з точністю до 0,01 мм). Міцність шкарлупи було визначено шляхом виміру пружної

деформації за допомогою приладу ПУД-2, конструкції П. П. Царенко. Інкубаційні якості яєць визначали за їх запліднюваністю та виводом гусенят.

Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих зоотехнічних методик, описаних у довіднику “Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині” за ред. Влізла В. В. (2012) [6]. Біометричну обробку отриманого цифрового матеріалу проведено методом варіаційної статистики, враховуючи критерій Стюдента з використанням програм Microsoft Excel. Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною за * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ [9].

Результати та обговорення. В результаті проведених досліджень встановлено, що середня жива маса гусок на початок яйцекладки становила 6,00–6,4 кг.

Найкращі показники несучості відзначено у гусей II та V групи, середня несучість яких становила 40,6–40,8 шт. яєць, що на 4,4–4,9 % переважали контрольних аналогів ($P < 0,05$) (табл. 2).

2. Показники несучості маточного поголів'я гусей ($M \pm m$, $n=10$)

Група	Тривалість яйцекладки, діб	Середня несучість, шт. яєць	Середня маса яйця, г
Контрольна	96±4,80	38,9±1,10	153,5±2,30
I	94±5,40	39,4±1,90	158,1±2,50
II	104±4,70	40,6±1,20	155,6±2,90
III	101±4,20	39,6±1,70	159,2±2,70
IV	98±4,90	39,1±1,50	157,6±2,20
V	103±5,20	40,8±1,60*	156,1±2,40
VI	96±5,10	39,5±1,30	158,2±2,60

Примітка: * $P < 0,05$

Ячна продуктивність гусок I, III, IV і VI груп була дещо нижчою і становила 39,4; 39,6; 39,1 і 39,5 шт. яєць відповідно. Найнижчим цей показник був у контрольній групі – 38,9 шт. яєць, при середній масі яйця – 153,5 г. У дослідних групах цей показник був у межах 155,6–159,2 г.

Оцінку яєчної продуктивності вивчали шляхом взяття промірів яєць (довжини та ширини), за якими визначали індекс форми яєць. Індекс форми яйця знаходився в межах норми – від 65,4 % до 66,5 % (табл. 3).

3. Фізичні параметри яєць ($M \pm m$, $n=10$)

Група	Довжина яйця, мм	Ширина яйця, мм	Міцність шкаралупи, кг/мм ²	Товщина шкаралупи, мм	Індекс форми, %
Контрольна	85,2±0,15	56,3±0,19	2,14±0,4	0,51±0,4	66,1
I	84,2±0,20	55,2±0,12	2,12±0,6	0,48±0,3	65,6
II	85,4±0,13	56,8±0,18	2,16±0,9	0,56±0,2	66,5
III	84,3±0,18	55,4±0,15	2,13±0,5	0,51±0,5	65,8
IV	84,6±0,19	55,7±0,16	2,11±0,7	0,46±0,4	65,9
V	85,8±0,15	57,0±0,17	2,17±0,8	0,57±0,3	66,4
VI	84,4±0,14	55,2±0,14	2,15±0,3	0,49±0,5	65,4

Відзначено, що застосування оптимальних доз кормових добавок про- та пребіотичних препаратів мало позитивний вплив на товщину і міцність шкаралупи, проте вірогідної різниці між групами не відзначено.

Дослідження інкубаційних якостей яєць показує, що найвища запліднюваність була у гусок II й V дослідних груп – 86,5 та 87,2 %; в I, III, IV і VI групах цей показник знаходився в межах 82,4–84,3 % і найнижчим був у контрольній групі – 80,2 % (рис. 1).

Вивід гусенят найвищим був у II й V групах і становив 75,2–75,4 %. Найнижчим цей був показник у контрольній групі (70,1 %), в I, III, IV, VI групах він був на рівні 72,8; 73,5; 74,1; 73,2 %.

Збереженість гусей усіх дослідних груп була досить високою, однак найвищою вона була в II та V групах, а найнижчою у контрольній.

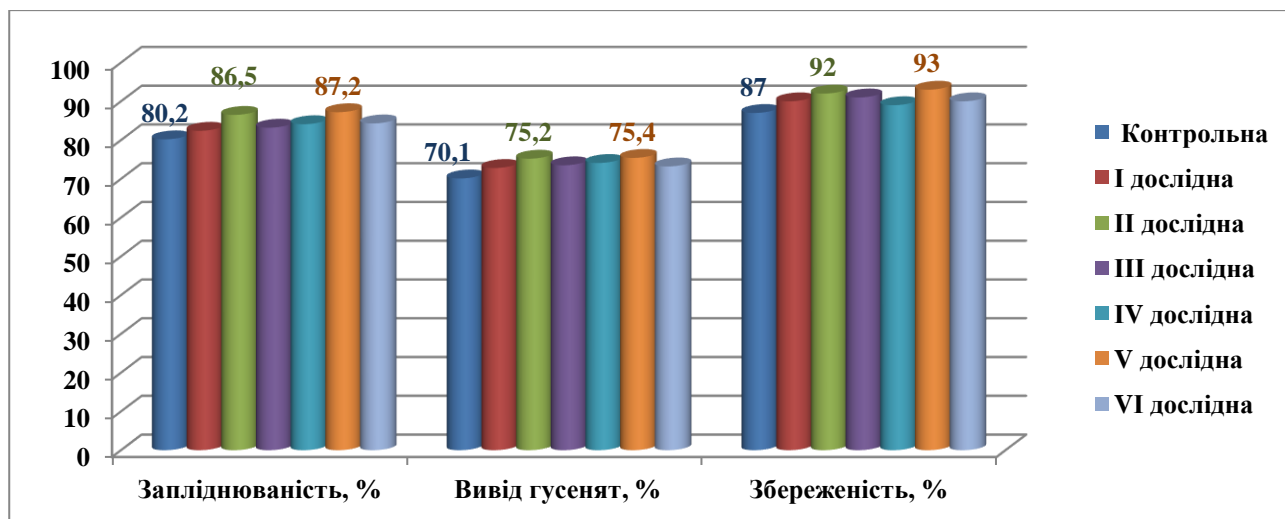


Рис. 1. Результати інкубації гусячих яєць, %

У результаті досліджень встановлено, що застосування в годівлі дорослого стада гусей у продуктивний період кормових добавок «Ензимаактивмікс» (ЕАМ) та «Інактивовані сухі глутатіонові дріжджі» (ІСГД) позитивно вплинуло на показники їх несучості, виводимості та збереженості в усіх дослідних групах. Проте найкращі результати спостерігали в II та V групах.

Висновки. Встановлено, що згодовування досліджуваних доз кормових добавок – про- та пребіотичних препаратів в годівлі гусей поліпшує репродуктивну здатність маточного поголів'я на 7–9 %.

Кращі показники відзначено у маточного поголів'я гусей II дослідної групи, яким згодовували ЕАМ із

розрахунку 150 г на 1 т та V групи, які отримували ІСГД із розрахунку 200 г на 1 т корму.

Вищі показники несучості при застосуванні досліджуваних доз кормових добавок відзначено у гусей II та V дослідних груп, продуктивність яких становила 40,6–40,8 шт. яєць, що на 4,4–4,9 % було вище, ніж у контролі.

За результатами інкубації гусячих яєць кращі показники запліднюваності були в II та V дослідних групах (86,5–87,2 %), вони були вищими відповідно на 6,3 і 7,2 % від контрольних аналогів, вивід гусенят був вищим на 5,1 та 5,3 %.

Список використаної літератури

1. Букер І. Як зменшити витрати на корми. *Наше птахівництво*. 2015. № 5 (41). С. 66–67.
2. Ведення галузі гусівництва у західному регіоні України : методичні рекомендації / М. Д. Петрів та ін. Львів, Оброшино. 2011. 32 с.
3. Вернер О. Вплив на поживність. *Наше птахівництво*. 2014. № 1 (31). С. 62–63.
4. Ефективна годівля сільськогосподарської птиці : навчальний посібник / Н. І. Братишко та ін. ; за ред. І. А. Іонова. Київ, 2013. 208 с.
5. Єгоров В. В., Макарянська А. В. Сучасні альтернативи кормовим антибіотикам. *Зернові продукти і комбікорми*. Одеса, 2010. № 3. С. 27–34.
6. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.

References

1. Booker I. How to reduce feed costs. *Nashe ptakhivnytstvo*. 2015. No. 5 (41). P. 66–67.
2. Management of the geese breeding industry in the western region of Ukraine : methodological recommendations / M. D. Petriv et al. Lviv, Obroshino. 2011. 32 p.
3. Verner O. Effect on nutrition. *Nashe ptakhivnytstvo*. 2014. No. 1 (31). P. 62–63.
4. Effective feeding of farm poultry : a study guide / N. I. Bratyshko et al. ; under the editorship I. A. Ionova. Kyiv, 2013. 208 p.
5. Yehorov V. V., Makarynska A. V. Modern alternatives to fodder antibiotics. *Zernovi produkty i kombikormy*. Odesa, 2010. No. 3. P. 27–34.
6. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: a handbook / edited by V. V. Vlizlo. Lviv, 2012. 759 p.

7. Любенко О. І., Суббот Ю. І. Інтенсифікація виробництва м'яса гусей в умовах фермерських господарств. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 110 (2). С. 82–85. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-2.13>.

8. Моравська О. В., Вовк С. О. Жирнокислотний склад загальних ліпідів крові 25-добових ембріонів залежно від рівня вітаміну Е в раціоні батьківського стада гусей у репродуктивний період [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/ntb/ntb4/pdf/3/7.pdf>.

9. Петровська І., Салига Ю., Вудмаска І. Статистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ: Аграрна наука. 2022. 172 с.

10. Пробиотик і ефективність вакцинації гусенят проти вірусного ентериту / Г. В. Білецька та ін. *Науково-технічний бюлетень* / Інститут біології тварин, ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. Львів, 2006. № 7 (12). С. 27–32.

11. Ратич, І.; Кирилів, Б.; Гунчак, А. Біопрепаратна годівля. *Наше птахівництво*. 2012, 1. С. 50–51.

12. Розведення, вирощування, годівля гусей: методичні рекомендації / Г. М. Седіло та ін. Львів, Оброшино. 2015. 31 с.

13. Стояновський В. Г., Коломієць І. А. Пробиотики та імунна система шлунково-кишкового тракту птиці. *Сучасне птахівництво*. 2011. № 4. С. 21–25.

14. Сучасні тенденції та напрями розвитку органічного тваринництва. *Наукові-основи виробництва органічної продукції в Україні*: монографія; за ред. д-ра с.-г. наук, проф., акад. НААН Я. М. Гадзала, д-ра с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН В. Ф. Камінського / НААН, Нац. наук. центр «Інститут землеробства НААН». Київ: Аграрна наука, 2016. 592 с.

15. Терещенко О. В., Катеринич О. О., Рожковський О. В. Сучасні напрями розвитку птахівництва України: стан та перспективи наукового забезпечення галузі. *Ефективне птахівництво*. 2011. № 11 (83). С. 7–12.

16. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник / М. М. Клименко та ін.; за ред. М. М. Клименка. Київ: Вища освіта, 2006. 640 с.

17. Фіялович Л. М., Кирилів Я. І. Ефективність використання у годівлі племінних гусей нетрадиційних добавок. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2016. Т. 18, № 2. С. 261–264. DOI: [10.15421/nvlvet6757](https://doi.org/10.15421/nvlvet6757).

18. Хвостик В. Технологічні аспекти вирощування молодняку гусей. *Ефективне птахівництво*. 2008. № 1. С. 26–28.

19. Чернікова Г. Ю., Пономаренко Н. П. Використання пребіотиків на основі мананових олігосахаридів у годівлі курчат-бройлерів. *Вісник*

7. Liubenko O. I., Subbot Yu. I. Intensification of geese meat production in farm conditions. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2019. No. 110 (2). P. 82–86. DOI: [10.32851/2226-0099.2019.110-2.13](https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-2.13).

8. Moravska O. V., Vovk S. O. Fatty acid composition of total blood lipids of 25-day-old embryos depending on the level of vitamin E in the diet of the parent flock of geese during the reproductive period [Electronic resource]. Access mode: <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/ntb/ntb4/pdf/3/7.pdf>.

9. Petrovska I., Salyha Yu., Vudmaska I. Statistical methods in biological research: educational and methodological manual. Kyiv: Ahrarna nauka. 2022. 172 p.

10. Probiotic and effectiveness of vaccination of goslings against viral enteritis / H. V. Biletska et al. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn* / Instytut biolohii tvaryn, DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok. Lviv, 2006. No. 7 (12). P. 27–32.

11. Ratych, I.; Kyryliv, B.; Hunchak, A. Biopreparative feeding. *Nashe ptakhivnytstvo*. 2012, 1. P. 50–51.

12. Breeding, growing, feeding geese: methodological recommendations / H. M. Sedilo et al. Lviv, Obroshyno. 2015. 31 p.

13. Stoianovskiy V. H., Kolomiiets I. A. Probiotics and the immune system of the gastrointestinal tract of poultry. *Suchasne ptakhivnytstvo*. 2011. No. 4. P. 21–25.

14. Modern trends and directions of development of organic animal husbandry. *Scientific basis of production of organic products in Ukraine*: monograph; za red. d-ra s.-h. nauk, prof., akad. NAAN Ya. M. Hadzala, d-ra s.-h. nauk, prof., chl.-kor. NAAN V. F. Kaminskoho / NAAN, Nats. nauk. tsentr «Instytut zemlerobstva NAAN». Kyiv: Ahrarna nauka, 2016. 592 p.

15. Tereshchenko O. V., Katerynych O. O., Rozhkovskiy O. V. Modern trends in the development of poultry farming in Ukraine: the state and prospects of scientific support for the industry. *Efektivne ptakhivnytstvo*. 2011. No. 11 (83). P. 7–12.

16. Technology of meat and meat products: textbook / M. M. Klymenko et al.; za red. M. M. Klymenka. Kyiv: Vyshcha osvita, 2006. 640 p.

17. Fiialovych L. M., Kyryliv Ya. I. Effectiveness of using non-traditional additives in breeding geese. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2016. Vol. 18, No. 2. P. 261–264. DOI: [10.15421/nvlvet6757](https://doi.org/10.15421/nvlvet6757).

18. Khvostyk V. Technological aspects of growing young geese. *Efektivne ptakhivnytstvo*. 2008. No. 1. P. 26–28.

19. Chernikova H. Yu., Ponomarenko N. P. Use of prebiotics based on mannan oligosaccharides in feeding broiler chickens. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2016. Issue 2 (2). Ch. 2. P. 155–160.

20. Beneficial effects of probiotic consumption on

аграрної науки Причорномор'я. 2016. Вип. 2 (2). Ч. 2. С. 155–160.

20. Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system / C. Maldonado Galdeano et al. *Annals of Nutrition & Metabolism*. 2019. Vol. 74, P. 115–124. <https://doi.org/10.1159/000496426>.

21. Effects of dietary Enteromorpha powder supplementation on productive performance, egg quality, and antioxidant performance during the late laying period in Zi geese / W. Q. Ma et al. *Poult Sci*. 2020. Vol. 99 Issue 2. P. 1062–1068.

22. Hodowla i użytkowanie drobiu ; pod redakcją Jana Jankowskiego. *Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne*. Warszawa. 2012. 543.

23. Guy, G., Rouvier, R. & Rousselot-Pailley, D. Comparison of meat geese growth performance fed with concentrate or green grass from 8 weeks up to 22 weeks of age. *Proceedings of the 10th European Symposium on Waterfowl*. 1995. Halle Saale. P. 97–102.

24. Mechanisms of action of probiotics / J. Plaza-Diaz et al. *Advances in Nutrition*. 2019. Vol. 10, P. 49–66. doi.org/10.1093/advances/nmy063.

25. Probiotics in poultry feed : a comprehensive review / M. E. AbdEl-Hack et al. *J. of Anim. Physiology and Animal Nutrition (Berlin)*. 2020. Vol. 104. P. 1835–1850. <https://doi.org/10.1111/jpn.13454>.

26. Taşkesen H. Protein and Amino Acid Nutrition in Geese. *International J. of Poultry*. 2020. Vol. 1. Issue 1. P. 13–17.

the immune system / C. Maldonado Galdeano et al. *Annals of Nutrition & Metabolism*. 2019. Vol. 74, P. 115–124. <https://doi.org/10.1159/000496426>.

21. Effects of dietary Enteromorpha powder supplementation on productive performance, egg quality, and antioxidant performance during the late laying period in Zi geese / W. Q. Ma et al. *Poult Sci*. 2020. Vol. 99 Issue 2. P. 1062–1068.

22. Hodowla i użytkowanie drobiu ; pod redakcją Jana Jankowskiego. *Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne*. Warszawa. 2012. 543.

23. Guy, G., Rouvier, R. & Rousselot-Pailley, D. Comparison of meat geese growth performance fed with concentrate or green grass from 8 weeks up to 22 weeks of age. *Proceedings of the 10th European Symposium on Waterfowl*. 1995. Halle Saale. P. 97–102.

24. Mechanisms of action of probiotics / J. Plaza-Diaz et al. *Advances in Nutrition*. 2019. Vol. 10, P. 49–66. doi.org/10.1093/advances/nmy063.

25. Probiotics in poultry feed : a comprehensive review / M. E. AbdEl-Hack et al. *J. of Anim. Physiology and Animal Nutrition (Berlin)*. 2020. Vol. 104. P. 1835–1850. <https://doi.org/10.1111/jpn.13454>.

26. Taşkesen H. Protein and Amino Acid Nutrition in Geese. *International J. of Poultry*. 2020. Vol. 1. Issue 1. P. 13–17.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-12

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.2“464”.034.064

ВІКОВА ДИНАМІКА ЖИВОЇ МАСИ ТА СТАТЕВОГО ДИМОРФІЗМУ МОЛОДНЯКУ МОЛОЧНИХ ПОРІД**Ю. П. Полупан, С. В. Прийма**

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН
вул. Погребняка, 1, с. Чубинське,
Бориспільський р-н, Київська обл.,
08321

Про авторів:

Юрій ПОЛУПАН,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0001-7609-2739

Сергій ПРИЙМА,
аспірант
ORCID: 0000-0001-9902-4325

Для листування:
Юрій ПОЛУПАН
e-mail: yurpolupan@ukr.net

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
16 липня 2024 р.
Погоджено до друку:
21 серпня 2024 р.

На 1262 телицях та 678 бугайцях українських червоної та чорно-рябої молочних і голштинської порід досліджено динаміку живої маси, середньодобових приростів та прояву статевого диморфізму впродовж першого року постембріонального росту. Встановлено, що за живою масою та її середньодобовими приростами до річного віку невисоку (2,8–6,7%), проте достовірну (до $P < 0,001$) перевагу мають тварини голштинської породи. За середньодобовими приростами живої маси відзначено сталу закономірність зростання з віком у молодняку обох статей, яке істотно посилюється у період інтенсивного статевого дозрівання у віці 6–12 місяців. Вищий на $3,8 \pm 0,78\%$ ($t_d = 4,87$, $P < 0,001$) індекс спадання відносної швидкості росту підтверджує більш раннє формування живої маси телиць і більш пізнє статеве дозрівання у бугайців. За живою масою та її середньодобовими приростами спостерігається статистично значуща перевага бугайців над телицями на 4,6–28,5%. Статевий диморфізм з віком зростає, сягаючи максимальних значень у пубертатний період у 6–12 місяців. У період інтенсивного статевого дозрівання у віці від 6 до 12 місяців молодняк вітчизняних порід переважає ровесників голштинської за зростання ступеня прояву статевого диморфізму. Найвищий його прояв спостерігається у тварин української чорно-рябої молочної породи. Стать телят виявляє достовірний вплив як на живу масу (3,2–27,1%), так і на її середньодобові прирости (2,6–26,3%) в усі досліджувані вікові періоди за високого рівня статистичної значущості ($P < 0,001$). Вплив порідної належності на мінливість досліджуваних ознак істотно нижчий (0,3–5,6%), хоча у більшості випадків статистично значущий.

Ключові слова: молочна порода, телиця, бугаєць, жива маса, ріст, статевий диморфізм.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Полупан Ю. П., Прийма С. В., 2024

Age dynamics of live weight and sexual dimorphism of young dairy breeds

M. V. Zubets Institute of Animal Breeding and Genetics NAAS
1, Pohrebniaka Str., Chubynske village, Boryspil District, Kyiv Region, 08321

About authors:

Yurii POLUPAN
ORCID: 0000-0001-7609-2739

Serhii PRYIMA
ORCID: 0000-0001-9902-4325

For corresponding:

Yurii POLUPAN
e-mail: yupolupan@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

July 16, 2024

Accepted:

August 21, 2024

The dynamics of live weight, average daily gains, and the manifestation of sexual dimorphism during the first year of post-embryonic growth were studied in 1262 heifers and 678 bull-calves of Ukrainian Red, Black-and-White dairy and Holstein breeds. It was found that in terms of live weight and its average daily gains up to one year of age, Holstein animals had a slight (2.8–6.7 %) but statistically significant (up to $P < 0.001$) advantage. A consistent pattern of increasing average daily live weight gains with age was observed in young animals of both sexes, with a significant intensification during the period of intensive sexual maturation between 6 and 12 months of age. A higher decline in the relative growth rate index by 3.8 ± 0.78 % ($t_d = 4.87$, $P < 0.001$) confirms earlier live weight formation in heifers and later sexual maturation in bull-calves. In terms of live weight and its average daily gains, bull-calves had a statistically significant advantage over heifers, ranging from 4.6 % to 28.5 %. Sexual dimorphism increased with age, reaching its maximum values during the pubertal period between 6 and 12 months. During the period of intensive sexual maturation from 6 to 12 months, young animals of domestic breeds surpassed their Holstein peers in terms of the degree of sexual dimorphism manifestation. The highest manifestation was observed in animals of the Ukrainian Black-and-White dairy breed. The sex of the calves significantly influenced both live weight (3.2–27.1 %) and its average daily gains (2.6–26.3 %) in all studied age periods with a high level of statistical significance ($P < 0.001$). The influence of breed on the variability of the studied traits was significantly lower (0.3–5.6 %), although statistically significant in most cases.

Keywords: dairy breed, heifer, bull-calf, live weight, growth, sexual dimorphism.

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

Вступ. Відомо, що статевий диморфізм є загальнобіологічним явищем, оскільки проявляється практично на всіх рівнях рослинного і тваринного світу. Проте, попри повсюдне поширення, його роль у прогресивній еволюції видів вивчено ще недостатньо [8].

Самці і самиці часто демонструють різючі відмінності в морфологічних, поведінкових і фізіологічних рисах. Розуміння еволюційних рушійних сил цієї різноманітності лежить в основі досліджень статевого відбору [17, 18]. Однією з найкраще вивчених статевих відмінностей є диморфізм у розмірі тіла, який можна виявити в широкому безперервному спектрі тваринного світу. Теорія передбачає, що статеві відмінності, такі як диморфізм статевого розміру, розвиваються у відповідь на статеві

відмінності в силі статевого відбору [21]. Розведення одомашнених тварин передбачає інший тиск, ніж статевий відбір, що відбувається в природних умовах, і тому має інші наслідки для розміру тіла. Більше того, селекціонери не завжди відбирають тварин за розміром тіла, а за іншими морфологічними або поведінковими характеристиками, тоді як статевий відбір у дикій природі переважно віддає перевагу більшим і сильнішим самцям, здатним перемогти супротивників [11]. Таким чином, селекціоновані породи надають унікальну можливість оцінити внутрішньовидовий диморфізм, коли статевий відбір, який надає перевагу великому розміру самця в природних умовах, пом'якшується внаслідок процесу одомашнення [20].

У тваринництві спостерігається

збільшення кількості ознак відбору, особливо в племінних стадах, тому, залежно від виду тварин, формують материнські і батьківські лінії, що також пов'язано з явищем статевого диморфізму [3].

До особливостей диморфізму вчені зазвичай відносять помітну різницю у живій масі передньої і задньої частин тіла, більший розвиток передньої частини тулуба, особливість будови голови, більші габарити (жива маса, проміри) у самців, різницю в температурі тіла [1].

Відомо, що одним з головних факторів, що зумовлює мінливість живої маси молодняка, є стать тварини [3, 4, 9, 15]. Під дією тестостерону і гормону росту [10, 15, 25] у особин різної статі формуються часто суттєві відмінності в структурі тканин тіла [22], розмірах скелета [15, 24] та живій масі [3].

У деяких видів тварин великим розміром тіла відрізняються самиці, в інших – самці [26]. Згідно з правилом аллометрії Ренча [20, 26] серед споріднених видів статевий диморфізм збільшується внаслідок зростання розмірів тіла, коли самці більші за самиць, і зменшується, коли самиці більші за самців [16]. Наші попередні дослідження [7, 9], Д. Т. Винничук [2], І. В. Гончаренко [3] та інші автори повідомляють про кращу інтенсивність росту великої рогатої худоби з більш вираженим статевим диморфізмом. Методика оцінки ступеня прояву статевого диморфізму в більшості опублікованих робіт ґрунтується на різниці в живій масі, лінійних промірах і відносній інтенсивності росту самців і самиць у певному віці [3].

Викладене зумовило потребу вивчення в наших дослідженнях вікової динаміки та міжпорідних відмінностей прояву статевого диморфізму за живою масою молодняка.

Матеріали і методи. Динаміку живої маси, середньодобових приростів та прояву статевого диморфізму впродовж першого року постембріонального росту досліджували у стаді племінного заводу

ТОВ «Агрофірма «Світанок»» Мар'їнського району Донецької області на 1262 телицях та 678 бугайцях. За порідною належністю 771 телиць віднесено до української червоної молочної (УЧМ), 169 – до української чорно-рябої молочної (УЧРМ) і 322 – до голштинської (Г), бугайців – відповідно 427, 54 і 197 голів. Для аналізу використано електронну інформаційну базу СУМС ОРСЕК станом на листопад 2021 р. Ураховували живу масу новонароджених телят і визначали її величину шляхом щомісячного зважування з подальшою лінійною інтерполяцією на «ювілейну дату» у віці 3, 6, 9 і 12 місяців. Ступінь прояву статевого диморфізму визначали як різницю середньої живої маси бугайців і телиць і обчисленням співвідношення (у відсотках) цієї різниці до середньої живої маси останніх. У підконтрольних тварин ураховували умовну кровність за поліпшувальною голштинською породою. За методикою Ю. К. Свечина [12] обчислювали конституціональну ознаку інтенсивності формування (спадання відносної швидкості росту) за формулою:

$$\Delta K = \left[\frac{(W_t - W_0) \times 2}{W_t + W_0} - \frac{(W_{t_1} - W_{0_1}) \times 2}{W_{t_1} + W_{0_1}} \right] \times 100\%,$$

де ΔK – індекс (%) спадання відносної швидкості росту, W_0 – жива маса тварини (кг) на початку першого періоду, W_t – жива маса у кінці першого періоду, W_{0_1} – жива маса на початку другого періоду, W_{t_1} – жива маса у кінці другого періоду. Порівнювали періоди від народження до 6 місяців і від 6 до 12 місяців.

Вікову динаміку впливу порідної належності та статі (статевого диморфізму) на живу масу молодняка оцінювали як порівнянням групових середніх, так і однофакторним дисперсійним аналізом. Крім критерію Фішера, обчислювали показник сили впливу як співвідношення факторіальної та загальної дисперсій (сум квадратів відхилень).

Розрахунки проводили методами математичної статистики [19] і біометрії

[14] засобами програмного пакету «STATISTICA-12,0» на ПК [13].

Результати та обговорення. Аналіз вікової динаміки живої маси телиць (табл. 1) і бугайців (табл. 2) та її середньодобових приростів засвідчив

досягнення у господарстві достатньо високого рівня інтенсивності вирощування молодняку в перший рік постнатального розвитку. Середньодобовий приріст телиць до річного віку перевищив 800 г, бугайців – понад 900 г.

1. Динаміка живої маси та її приростів телиць різних порід ($\bar{x} \pm S.E.$)

Ознака		Група за породою			Разом
		УЧМ	Г	УЧРМ	
Умовна кровність за голштинською породою, %		79,4±0,18	97,6±0,14	88,4±0,36	85,2±0,25
Жива маса (кг) у віці (місяців)	новонароджені	37,0±0,15	37,9±0,23	37,4±0,30	37,3±0,11
	3	94,0±0,46	97,3±0,68	92,2±1,02	94,6±0,36
	6	163,2±0,77	168,5±1,20	160,1±1,59	164,2±0,60
	9	239,1±1,10	252,2±1,83	237,6±2,37	242,2±0,89
	12	326,0±1,33	346,4±1,80	329,9±2,88	331,7±1,04
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців)	0–3	625±4,6	651±6,9	600±10,9	628±3,7
	3–6	759±6,1	780±9,8	744±12,8	762±4,8
	6–9	831±8,0	917±12,4	850±18,2	855±6,4
	9–12	952±8,0	1031±11,4	1011±17,6	980±6,3
	0–6	692±4,1	715±6,5	672±8,5	695±3,2
	6–12	892±5,7	975±7,6	930±12,3	918±4,4
	0–12	792±3,6	845±4,8	801±7,8	807±2,8
Індекс спадання швидкості росту (0–6–12 місяців), %		59,0±0,59	56,6±0,92	54,3±1,23	57,7±0,46

Міжпорідна диференціація засвідчує відносно невисоку, проте статистично значущу перевагу телиць голштинської породи. За середньодобовим приростом живої маси за перший рік вирощування голштинські телиці переважають ровесниць української червоної молочної породи на 53±6,0 г, або 6,7 % ($t_d = 8,83$, $P < 0,001$), української чорно-рябої

молочної – на 44±9,2 г, або 5,5 % ($t_d = 4,78$, $P < 0,001$). У бугайців перевага тварин голштинської породи помітно знижується. Над ровесниками української червоної молочної породи вона становить лише 26±8,2 г, або 2,8 % ($t_d = 3,17$, $P < 0,01$). А з бугайцями української чорно-рябої молочної породи статистично значуща різниця взагалі відсутня.

2. Динаміка живої маси та її приростів бугайців різних порід ($\bar{x} \pm S.E.$)

Ознака		Група за породою			Разом
		УЧМ	Г	УЧРМ	
1		2	3	4	5
Умовна кровність за голштинською породою, %		80,1±0,26	97,9±0,19	87,8±0,83	85,9±0,36
Жива маса (кг) у віці (місяців)	новонароджені	38,2±0,23	40,6±0,36	38,7±0,68	39,0±0,19
	3	99,0±0,64	103,9±0,92	98,1±2,00	100,3±0,51
	6	175,3±1,06	178,2±1,39	171,7±3,41	175,9±0,83
	9	273,1±1,53	282,5±2,13	277,8±4,54	276,2±1,21
	12	374,2±1,75	386,0±2,46	385,1±5,24	378,5±1,39

1	2	3	4	5	
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців)	0–3	666±6,3	694±8,7	651±20,8	673±5,0
	3–6	837±9,7	815±13,1	807±28,2	828±7,5
	6–9	1071±10,8	1142±17,0	1162±27,0	1099±8,8
	9–12	1109±11,8	1134±18,6	1176±36,1	1121±9,6
	0–6	751±5,7	754±7,3	729±18,4	750±4,4
	6–12	1090±8,0	1138±12,6	1169±22,1	1110±6,6
	0–12	920±4,8	946±6,7	949±14,5	930±3,8
Індекс спадання швидкості росту (0–6–12 місяців), %	55,4±0,79	51,9±1,14	48,7±2,32	53,9±0,63	

Жива маса телиць української червоної молочної породи у річному віці перевищує бонітувальний стандарт [6] на 24,4 %, голштинської – на 20,3 %, української чорно-рябої молочної – на 16,2 %, бугайців – відповідно на 8,5, 5,8 і 10,0 %. Це насамперед підтверджує досягнення високого рівня вирощування ремонтного молодняку в господарстві. З іншого боку, це засвідчує потребу перегляду в бік підвищення бонітувальних стандартів, що не переглядалися впродовж 20 років.

За середньодобовими приростами живої маси за тримісячними інтервалами першого року вирощування відмічена стала закономірність зростання з віком у молодняку обох статей. Більш інтенсивне підвищення темпів росту відбувається у пубертатний період інтенсивного статевого дозрівання у віці від 6 до 9 і 12 місяців. В означений період середньодобовий приріст живої маси телиць становить понад 900 г, бугайців – більше ніж 1100 г, що перевищує прирости за перших шість місяців постнатального розвитку відповідно на 223±5,4 г, або на 32,1 % ($t_d = 41,30$, $P < 0,001$) і на 360±7,9 г, або на 45,6 % ($t_d = 41,30$, $P < 0,001$). Вищий на 3,8 ± 0,78 % ($t_d = 4,87$, $P < 0,001$) індекс спадання відносно швидкості росту (табл. 1–3) підтверджує більш раннє формування живої маси телиць і більш пізнє статеве дозрівання в бугайців, що, напевно, має загальнобіологічний вимір у ссавців.

Підвищення середньодобових приростів бугайців різних порід у віці від шести до дев'яти місяців насамперед

пов'язано з інтенсифікацією статевого дозрівання. Це узгоджується з результатами наших попередніх досліджень [9] та даними Д. І. Савчука [11], де акцентовано увагу на вищому рівні концентрації тестостерону (віковий пік) у крові бугайців у зазначений період інтенсивного статевого дозрівання й опосередковану його анаболічну дію через стимулювання синтезу білка.

У цілому за перший рік життя у телиць різних порід у всі вікові періоди не відзначено різких коливань середньодобових приростів, що може свідчити про забезпечення в господарстві стабільного рівня годівлі молодняку в усі періоди вирощування.

На міжпорідному рівні встановлено значні вікові відмінності статевого диморфізму молодняку (табл. 3). Порівняно невисока, проте за найвищого рівня статистичної значущості перевага живої маси бугайців над телицями (на 4,7 %) відзначена вже у новонароджених телят. У препубертатний період вона поступово зростає до 7,1 % у піврічному віці. А під час інтенсивного статевого дозрівання статевий диморфізм за живою масою подвоюється. За середньодобовими приростами живої маси найвищого рівня статеві відмінності сягають від 6 до 9 і від 9 до 12 місяців (табл. 3). У цілому в період інтенсивного статевого дозрівання у віці 6–12 місяців статевий диморфізм за інтенсивністю росту живої маси у 3,5 рази перевищує такий за перших пів року постнатального онтогенезу. Виявлені закономірності узгоджуються зі

встановленими нами раніше на молодняку червоної степової, англєрської та

української червоної молочної порід племзаводу “Широке” АР Крим [9].

3. Вікова динаміка статевго диморфізму молодняку за живою масою та її приростами

Ознака		Статевий диморфізм		
		d±S.E.	%	P
Жива маса (кг) у віці (місяців)	новонароджені	1,7±0,22	4,6	<0,001
	3	5,7±0,62	6,0	<0,001
	6	11,7±1,02	7,1	<0,001
	9	34,0±1,50	14,0	<0,001
	12	46,8±0,26	14,1	<0,001
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців)	0–3	45±6,22	7,2	<0,001
	3–6	66±8,9	8,7	<0,001
	6–9	244±10,9	28,5	<0,001
	9–12	141±11,5	14,4	<0,001
	0–6	55±5,4	7,9	<0,001
	6–12	192±7,9	20,9	<0,001
	0–12	123±4,7	15,2	<0,001
Індекс спадання швидкості росту (0–6–12 місяців), %		-3,8±0,78	–	<0,001

Встановлено деякі відмінності у віковій динаміці прояву статевго диморфізму за живою масою та її

середньодобовими приростами молодняку різних порід (табл. 4).

4. Статевий диморфізм молодняку різних порід

Ознака, показник		УЧМ			Г			УЧРМ		
		d±S.E.	%	P	d±S.E.	%	P	d±S.E.	%	P
Жива маса (кг) у віці (місяців)	новонароджені	1,2±0,27	3,2	<0,001	2,7±0,43	7,1	<0,001	1,3±0,74	3,5	<0,1
	3	5,0±0,79	5,3	<0,001	6,6±1,14	6,8	<0,001	5,9±2,24	6,4	<0,01
	6	12,1±1,31	7,4	<0,001	9,7±1,84	5,7	<0,001	11,6±3,76	7,2	<0,01
	9	34,0±1,88	14,2	<0,001	30,3±2,81	12,0	<0,001	40,2±5,12	16,9	<0,001
	12	48,2±2,20	14,8	<0,001	39,6±3,05	11,4	<0,001	55,2±5,98	16,7	<0,001
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців)	0–3	41±7,8	6,6	<0,001	43±11,1	6,6	<0,001	51±23,5	8,5	<0,05
	3–6	78±11,4	10,3	<0,001	35±16,4	4,5	<0,05	63±30,9	8,5	<0,05
	6–9	240±13,4	28,9	<0,001	225±21,0	24,5	<0,001	312±32,6	36,7	<0,001
	9–12	157±14,2	16,5	<0,001	103±21,8	10,0	<0,001	165±40,2	16,3	<0,001
	0–6	59±7,0	8,5	<0,001	39±9,8	5,4	<0,001	57±20,3	8,5	<0,01
	6–12	198±8,9	22,2	<0,001	163±14,7	16,7	<0,001	239±25,3	25,7	<0,001
	0–12	128±5,9	16,2	<0,001	101±8,2	11,9	<0,001	148±16,5	18,5	<0,001
Індекс спадання швидкості росту (0–6–12 місяців), %		-3,6±0,99	–	<0,001	-4,7±1,46	–	<0,01	-5,6±2,62	–	<0,05

Статевий диморфізм за живою масою новонароджених телят голштинської породи більш, аніж удвічі перевищує такий тварин вітчизняних українських чорно-

рябої та червоної молочної порід. До трьох місяців така різниця майже нівелюється. А з піврічного і до річного віку статевий диморфізм за живою масою молодняку

вітчизняних порід стабільно помітно перевищує такий голштинської. У віці 9 і 12 місяців найвищою є перевага бугайців над телицями української чорно-рябої молочної породи. У віці 9 місяців міжстатєва різниця живої маси тварин цієї породи перевищує таку ровесників української червоної молочної породи на $6,2 \pm 5,45$ кг ($t_d = 1,14$, $P > 0,1$), голштинської – на $9,9 \pm 5,84$ кг ($t_d = 1,70$, $P < 0,1$), у 12 місяців – відповідно на $7,0 \pm 6,37$ кг ($t_d = 1,10$, $P > 0,1$) і $15,6 \pm 6,71$ кг ($t_d = 2,32$, $P < 0,05$). За середньодобовими приростами до тримісячного віку міжпорідна різниця прояву статєвого диморфізму виявилася недостовірною. У подальші вікові періоди статєвий диморфізм телят вітчизняних порід перевищував такий голштинської на 4,0–12,1 % (до $P < 0,05$). Тобто у пубертатний період інтенсивного статєвого

дозрівання молодняк вітчизняних порід переважає ровесників голштинської за зростання ступеня прояву статєвого диморфізму за живою масою та її приростами (табл. 4).

Слід зазначити, що в наших попередніх дослідженнях [7] у стаді СТОВ “Надія” Чернігівської області встановлено відмінності в молодняку джерсейської породи, які полягали в більш ранньому помітному зростанні статєвого диморфізму. Це може засвідчувати можливий більш ранній початок періоду статєвого дозрівання дрібної за розміром тварин джерсейської породи.

Дисперсійним аналізом підтверджено встановлений порівнянням групових середніх вплив статі та породи на динаміку живої маси молодняку та її середньодобових приростів у перший рік вирощування (табл. 5).

5. Вплив статі та породи на динаміку живої маси молодняку та її приростів

Ознака		Вплив статі			Вплив породи					
					телиці			бугайці		
		$\eta_x^2 \pm S.E.$, %	F	P	$\eta_x^2 \pm S.E.$, %	F	P	$\eta_x^2 \pm S.E.$, %	F	P
Жива маса (кг) у віці (місяців)	новона-роджені	3,2±0,05	63,45	<0,001	1,0±0,16	6,33	0,002	4,4±0,28	15,35	<0,001
	3	4,2±0,05	85,24	<0,001	1,8±0,16	11,28	<0,001	2,9±0,29	10,14	<0,001
	6	6,4±0,05	131,44	<0,001	1,6±0,16	10,50	<0,001	0,7±0,29	2,31	0,100
	9	20,8±0,04	507,70	<0,001	3,4±0,15	22,33	<0,001	1,8±0,29	6,19	0,002
	12	27,1±0,04	719,23	<0,001	5,6±0,15	37,24	<0,001	2,4±0,29	8,21	<0,001
Середньодобовий приріст живої маси (г) у віці (місяців)	0–3	2,6±0,05	51,67	<0,001	1,4±0,16	9,09	<0,001	1,2±0,29	4,09	0,017
	3–6	3,0±0,05	59,06	<0,001	0,5±0,16	2,86	0,057	0,4±0,30	1,19	0,304
	6–9	20,6±0,04	503,65	<0,001	2,6±0,15	16,93	<0,001	2,6±0,29	8,98	<0,001
	9–12	7,7±0,05	161,96	<0,001	2,6±0,15	16,69	<0,001	0,6±0,29	2,07	0,126
	0–6	5,0±0,05	102,06	<0,001	1,4±0,16	8,86	<0,001	0,3±0,30	1,08	0,341
	6–12	24,1±0,04	615,13	<0,001	5,1±0,15	33,87	<0,001	2,6±0,29	9,06	<0,001
	0–12	26,3±0,04	692,00	<0,001	5,3±0,15	35,32	<0,001	1,7±0,29	5,75	0,003
Індекс спадання швидкості росту (0–6–12 місяців), %		1,2±0,05	24,53	<0,001	1,1±0,16	6,72	0,001	1,7±0,29	5,95	0,003

Стать телят виявляє достовірний вплив як на живу масу ($F = 63,45$ – $719,23$), так і на її середньодобові прирости ($F = 51,67$ – $692,00$) в усі досліджувані вікові

періоди за високого рівня статистичної значущості ($P < 0,001$). Вплив статі на живу масу стабільно криволінійно зростає від народження до річного віку. Найменший

вплив статі відзначено на живу масу новонароджених телят. До піврічного віку він подвоюється. А найістотніше зростання впливу статі спостерігається у пубертатний період у віці 9 і 12 місяців. Подібну закономірність виявлено і за середньодобовими приростами маси телят, але з максимальним впливом на початку інтенсивного статевого дозрівання від 6 до 9 місяців. У віці 9–12 місяців вплив статі на прирости живої маси порівняно з періодом 6–9 місяців знижується, проте залишається більш, аніж удвічі вищим порівняно з препубертатним періодом до піврічного віку. Отже, вікова динаміка впливу статі на живу масу телят та її прирости достовірна впродовж усього першого року вирощування молодняку і помітно зростає з початком інтенсивного статевого дозрівання, що зумовлює синхронне посилення статевого диморфізму за цими ознаками.

Вплив породи на живу масу молодняку та її прирости до річного віку порівняно із впливом статі телят виявився помітно нижчим ($\eta_x^2 = 0,3\text{--}5,6\%$), хоча у більшості випадків і сягає статистично значущого рівня ($F = 2,86\text{--}37,24$ у телиць і $F = 1,08\text{--}15,35$ у бугайців до $P < 0,001$). На живу масу телиць вплив породи криволінійно зростає з 1 % у новонароджених до 5,6 % у тварин річного віку. У бугайців максимальний вплив належності до породи (4,4 %) фіксується на живу масу новонароджених тварин. До 6 місяців він знижується до 0,7 % з поступовим зростанням до 2,4 % у річному віці. У бугайців сталої закономірності вікової динаміки впливу породи на живу масу не встановлено. За середньодобовими приростами живої маси від народження до 6 місяців вплив породи на загальну фенотипову мінливість становив 1,4 % зі зростанням до 5,1 % у наступний період від 6 до 12 місяців. У бугайців такий вплив виявився помітно меншим і становив відповідно 0,3 і 2,6 % (табл. 5).

За конституціональною ознакою інтенсивності спадання відносної

швидкості росту вплив породи та статі молодняку виявився співрозмірно невисоким (на рівні 1,1–1,7 %) за високого рівня статистичної значущості ($F = 5,95\text{--}24,53$ від $P = 0,003$ до $P < 0,001$).

Висновки. Серед досліджуваних порід за живою масою та її середньодобовими приростами до річного віку невисоку (2,8–6,7 %), проте достовірну (до $P < 0,001$) перевагу мають тварини голштинської породи. Жива маса телиць української червоної молочної породи у річному віці перевищує бонітувальний стандарт на 24,4 %, голштинської – на 20,3 %, української чорно-рябої молочної – на 16,2 %, бугайців – відповідно на 8,5; 5,8 і 10,0 %, що засвідчує високий рівень вирощування ремонтного молодняку в господарстві. За середньодобовими приростами живої маси за тримісячними інтервалами відзначено сталу закономірність зростання з віком у молодняку обох статей, яке істотно посилюється у період інтенсивного статевого дозрівання у 6–12 місяців. Вищий на $3,8 \pm 0,78$ % ($t_d = 4,87$, $P < 0,001$) індекс спадання відносної швидкості росту підтверджує більш раннє формування живої маси телиць і більш пізнє статеве дозрівання у бугайців.

За живою масою та її середньодобовими приростами спостерігається статистично значуща перевага бугайців над телицями на 4,6–28,5 %. Статевий диморфізм за цими ознаками з віком зростає, сягаючи максимальних значень у пубертатний період у віці 6–12 місяців. У період інтенсивного статевого дозрівання у віці від 6 до 12 місяців молодняк вітчизняних порід переважає ровесників голштинської за зростання ступеня прояву статевого диморфізму за живою масою та її приростами. Найвищий ступінь його прояву спостерігали у тварин української чорно-рябої молочної породи.

Стать телят виявляє достовірний вплив як на живу масу (3,2–27,1 %), так і на її середньодобові прирости (2,6–26,3 %) в

усі досліджувані вікові періоди за високого рівня статистичної значущості ($P < 0,001$). Вплив порідної належності на мінливість

досліджуваних ознак істотно нижчий (0,3–5,6 %), хоча у більшості випадків статистично значущий.

Список використаної літератури

1. Винничук Д. Т. Порода животнох как биологическая система. Киев : Изд-во УААН, 1993. 70 с.
2. Винничук Д. Т. Селекционно-генетические аспекты полового диморфизма. *Цитология и генетика*. 1994. Т. 28, № 5. С. 70–73.
3. Гончаренко І. В., Винничук Д. Т. Селекційні проблеми статевого диморфізму молочної худоби. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. № 2. С. 185–190.
4. Іляшенко Г. Д. Вікова динаміка статевого диморфізму за живою масою молодняка молочної худоби. *Науковий вісник "Асканія-Нова"*. 2010. Вип. 3. С. 219–225.
5. Інструкція з бонітування великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід; Інструкція з ведення племінного обліку в молочному і молочно-м'ясному скотарстві / А. М. Литовченко та ін. Київ : ППНВ, 2004. 76 с.
6. Костенко В. І. Інтенсивні методи вирощування ремонтного молодняка великої рогатої худоби : підручник. Київ : Ліра-К, 2020. 188 с.
7. Особенности роста молодняка джерсейской породы и её помесей / Ю. П. Полупан и др. *Inovații în zootehnie și siguranța produselor animale – realizări și perspective : conferința științifico-practică cu participare internațională dedicată celei de-a 65-a aniversări de la fondarea Institutului (30 septembrie – 01 octombrie)*. Maximovca, 2021. P. 456–463.
8. Патрева Л. С. Статевий диморфізм в популяціях тварин і птахів та його біологічне і селекційне значення. *Птахівництво*. 2009. Вип. 63. С. 40–47.
9. Полупан Ю. П. Вікова динаміка і біологічна природа статевого диморфізму телят за живою масою. *Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва*. 2004. Вип. 4. С. 88–98.
10. Савчук Д. І., Сохаський П. С. Динаміка ознак статевого диморфізму в ремонтних бугаїв із віком. *Розведення і генетика тварин*. 1999. Вип. 30. С. 63–67.
11. Савчук Д. І. Продуктивні якості бугаїв з різною вираженістю ознак статевого диморфізму. *Генетика продуктивності тварин : Всеукраїнська ювілейна науково-практична конференція, присвячена 90-річчю з дня народження видатного вченого, одного із патріархів генетики, професора М. М. Колесника (20–21 груд. 1994 р.)*. Київ, 1994. С. 122.
12. Свечин Ю. К. Прогнозирование продуктивности животных в раннем возрасте. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1985. № 4. С. 103–108.

References

1. Vinnichuk D. T. Animal breed as a biological system. Kiev : Izd-vo UAAN, 1993. 70 p.
2. Vinnichuk D. T. Selection and genetic aspects of sexual dimorphism. *Citologija i genetika*. 1994. Vol. 28, no. 5. P. 70–73.
3. Honcharenko I. V., Vinnichuk D. T. Selection problems of sexual dimorphism of dairy cattle. *Tekhnologija vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynyntstva*. 2015. No. 2. P. 185–190.
4. Iliashenko H. D. Age dynamics of sexual dimorphism by live weight of young dairy cattle. *Naukovyi visnyk "Askaniia-Nova"*. 2010. Issue 3. P. 219–225.
5. Instructions on grading cattle of dairy and milk-meat breeds; Instructions for keeping pedigree records in dairy and dairy-meat farms / A. M. Lytovchenko et al. Kyiv : PPNV, 2004. 76 p.
6. Kostenko V. I. Intensive methods of breeding repair young cattle : a textbook. Kyiv : Lira-K, 2020. 188 p.
7. Peculiarities of growth of young animals of the Jersey breed and its crosses / Yu. P. Polupan et al. *Inovații în zootehnie și siguranța produselor animale – realizări și perspective : sonferința științifico-practică cu participare internațională dedicată celei de-a 65-a aniversări de la fondarea Institutului (30 septembrie – 01 octombrie)*. Maximovca, 2021. P. 456–463.
8. Patrieva L. S. Sexual dimorphism in animal and bird populations and its biological and breeding significance. *Ptakhivnytstvo*. 2009. Issue 63. P. 40–47.
9. Polupan Yu. P. Age dynamics and biological nature of sexual dimorphism of calves by live weight. *Visnyk Cherkaskoho instytutu ahropromyslovoho vyrobnytstva*. 2004. Issue 4. P. 88–98.
10. Savchuk D. I., Sokhatskyi P. S. Dynamics of signs of sexual dimorphism in repair bulls with age. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 1999. Issue 30. P. 63–67.
11. Savchuk D. I. Productive qualities of bulls with different severity of signs of sexual dimorphism. *Henetyka produktyvnosti tvaryn : Vseukrainska yuvileina naukovo-praktychna konferentsiia, prysviachena 90-richchiu z dnia narodzhennia vydatnoho vchenoho, odnoho iz patriarkhiv henetyky, profesora M. M. Kolesnyka (20–21 hrud. 1994 r.)*. Kyiv, 1994. P. 122.
12. Svechin Ju. K. Forecasting the productivity of animals at an early age. *Vestnik sel'skhozjajstvennoj nauki*. 1985. No. 4. P. 103–108.
13. Fetisov V. S. Package of statistical data analysis STATISTICA : training manual. Nizhyn : NDU imeni M. Hoholia, 2018. 144 p.

13. Фетісов В. С. Пакет статистичного аналізу даних STATISTICA : навч. посіб. Ніжин : НДУ імені М. Гоголя, 2018. 144 с.
14. Хмельничий Л. М., Супрун І. О. Основи біометрії: для лабораторних і самостійних робіт студентів спеціальності "ТВППТ". Київ, 2010. 81 с.
15. Bartosiewicz L. Sexual dimorphism of long bone growth in cattle. *Acta Veterinaria Hungarica*. 1984. Vol. 32, no. 3/4. P. 135–146.
16. Fairbairn D. J. Allometry for Sexual Size Dimorphism: Pattern and Process in the Coevolution of Body Size in Males and Females. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1997. Vol. 28, no. 1. P. 659–687. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.28.1.659.
17. Janicke T., Fromonteil S. Sexual selection and sexual size dimorphism in animals. *Biol. Lett.* 2021. Vol. 17, issue 9. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0251>.
18. McPherson F. J., Chenoweth P. J. Mammalian sexual dimorphism. *Animal Reproduction Science*. 2012. Vol. 131, issues 3/4. P. 109–122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.02.007>.
19. Osadcha Yu. V., Shanaieva-Tsymbal L. O. Mathematical methods in biology. Kyiv, 2022. 584 p.
20. Polák J., Frynta D. Patterns of sexual size dimorphism in cattle breeds support Rensch's rule. *Evolutionary Ecology*. 2010. Vol. 24, no. 5. P. 1255–1266. DOI: 10.1007/s10682-010-9354-9.
21. Schärer L., Rowe L., Arnqvist G. Anisogamy, chance and the evolution of sex roles. *Trends Ecol.* 2012. Vol. 27. P. 260–264. DOI: 10.1016/j.tree.2011.12.006.
22. Shahin K. A., Berg R. T., Price M. A. Sex differences in carcass composition and tissue distribution in mature Double Muscled cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 1986. Vol. 66. P. 625–636.
23. Sexual dimorphism in livestock species selected for economically important traits / E. M. Van der Heide et al. *J. Anim. Sci.* 2016. Vol. 94, no. 9. P. 3684–3692. DOI: 10.2527/jas.2016-0393.
24. Sexual Dimorphism in Osteometric Indices of Kuri Cattle Skulls / B. G. Gambo et al. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*. 2019. Vol. 34, no. 2. P. 159–165.
25. Sexual dimorphism of the somatotrophic axis / K. L. Gatford et al. *Journal of Endocrinology*. 1998. Vol. 157. P. 373–389.
26. Sexual size dimorphism in anurans fails to obey Rensch's rule / W. B. Liao et al. *Frontiers in Zoology*. 2013. Vol. 10. P. 10. DOI: 10.1186/1742-9994-10-10.
14. Khmelnychi L. M., Suprun I. O. Fundamentals of biometrics: for laboratory and independent work of students of the "TVPPPT" specialty. Kyiv, 2010. 81 p.
15. Bartosiewicz L. Sexual dimorphism of long bone growth in cattle. *Acta Veterinaria Hungarica*. 1984. Vol. 32, no. 3/4. P. 135–146.
16. Fairbairn D. J. Allometry for Sexual Size Dimorphism: Pattern and Process in the Coevolution of Body Size in Males and Females. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1997. Vol. 28, no. 1. P. 659–687. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.28.1.659.
17. Janicke T., Fromonteil S. Sexual selection and sexual size dimorphism in animals. *Biol. Lett.* 2021. Vol. 17, issue 9. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0251>.
18. McPherson F. J., Chenoweth P. J. Mammalian sexual dimorphism. *Animal Reproduction Science*. 2012. Vol. 131, issues 3/4. P. 109–122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.02.007>.
19. Osadcha Yu. V., Shanaieva-Tsymbal L. O. Mathematical methods in biology. Kyiv, 2022. 584 p.
20. Polák J., Frynta D. Patterns of sexual size dimorphism in cattle breeds support Rensch's rule. *Evolutionary Ecology*. 2010. Vol. 24, no. 5. P. 1255–1266. DOI: 10.1007/s10682-010-9354-9.
21. Schärer L., Rowe L., Arnqvist G. Anisogamy, chance and the evolution of sex roles. *Trends Ecol.* 2012. Vol. 27. P. 260–264. DOI: 10.1016/j.tree.2011.12.006.
22. Shahin K. A., Berg R. T., Price M. A. Sex differences in carcass composition and tissue distribution in mature Double Muscled cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 1986. Vol. 66. P. 625–636.
23. Sexual dimorphism in livestock species selected for economically important traits / E. M. Van der Heide et al. *J. Anim. Sci.* 2016. Vol. 94, no. 9. P. 3684–3692. DOI: 10.2527/jas.2016-0393.
24. Sexual Dimorphism in Osteometric Indices of Kuri Cattle Skulls / B. G. Gambo et al. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*. 2019. Vol. 34, no. 2. P. 159–165.
25. Sexual dimorphism of the somatotrophic axis / K. L. Gatford et al. *Journal of Endocrinology*. 1998. Vol. 157. P. 373–389.
26. Sexual size dimorphism in anurans fails to obey Rensch's rule / W. B. Liao et al. *Frontiers in Zoology*. 2013. Vol. 10. P. 10. DOI: 10.1186/1742-9994-10-10.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-13

Оригінальна наукова стаття

УДК УДК 636.4.034:636.087.7

МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ У ПЕРІОД РОЗДОЮ ТА ЯКІСТЬ МОЛОКА ЗА ВВЕДЕННЯ ДО РАЦІОНУ БІЛКОВО-ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНОГО ПРЕМІКСУ**О. П. Разанова, В. О. Алексєєв**

Вінницький національний
аграрний університет
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця,
Вінницька обл., 21008

Про авторів:

Олена РАЗАНОВА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-5552-9356

Всеволод АЛЕКСЄЄВ,
здобувач магістратури
ORCID: 0009-0007-8929-3039

Для листування:

Олена РАЗАНОВА
e-mail: olenaop0205@ukr.net

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

10 липня 2024 р.

Погоджено до друку:

28 серпня 2024 р.

Молочна продуктивність корів є важливим показником ефективності виробництва молока. Період роздою, який охоплює перші місяці лактації, є критичним для встановлення рівня продуктивності на весь наступний лактаційний період. У цей час важливо забезпечити корів збалансованим раціоном, який включає всі необхідні поживні речовини, що сприятиме підвищенню надоїв та покращенню якості молока. Для оцінки ефективності використання білково-вітамінно-мінерального преміксу було проведено дослідження на коровах монбельярдської породи під час роздою. Дослідні корови отримували раціон, збагачений преміксом Інтермікс КМ супер, у дозі 200 г на голову на добу. Уведення білково-вітамінно-мінерального преміксу до раціону корів під час роздою має позитивний вплив на молочну продуктивність та якість молока. За 100 днів роздою у дослідній групі корови втратили 148 г, що менше контрольної групи на 500 г. Згодовування коровам білково-вітамінного преміксу Інтермікс стимулювало тварин до виробництва більшої кількості молока у період роздою на 12,6 % та за 305 днів лактації – на 13,5 %. Молоко дослідних корів відрізнялося вищим на 0,02 % вмістом жиру та на 0,01 % білку. Корови дослідної групи мали кращі показники за коефіцієнтами сталості та повноцінності лактації, молочності, біологічної повноцінності корови. Отримані результати свідчать про доцільність використання білково-вітамінно-мінерального преміксу для підвищення ефективності молочного виробництва та покращення харчової цінності молока.

Ключові слова: корови, годівля, надій, жирність, вміст білка, жива маса, лактаційна крива.

Milk productivity of cows during the period of intensive milking after calving and quality of milk by inclusion of protein-vitamin-mineral premix into the diet

Vinnitsia National Agrarian University,
Street Sonyachna, 3, Vinnitsia city,
Vinnitsia region, 21008

About authors:

Olena RAZANOVA
ORCID: 0000-0001-5552-9356

Vsevolod ALIEKSIEIEV
ORCID: 0009-0007-8929-3039

For corresponding:

Olena RAZANOVA
e-mail: olenaop0205@ukr.net

Funding information:

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:

July 10, 2024

Accepted:

August 28, 2024

The milk productivity of cows is an important indicator of the efficiency of milk production. The intensive milking period, which covers the first months of lactation, is critical in establishing performance levels for subsequent lactation periods. At this time, it is important to provide cows with a balanced diet that includes all the necessary nutrients, which will contribute to increased milk yield and improved milk quality. In order to evaluate the effectiveness of using a protein-vitamin-mineral premix, a study was conducted on cows of the Montbéliard breed after calving. Experimental cows received a diet enriched with Intermix KM super premix at a dose of 200 g per head per day. The introduction of a protein-vitamin-mineral premix into the cows' diet after calving has a positive effect on milk productivity and quality. Over 100 days after calving, the cows in the experimental group lost 148 g, which is 500 g less than the control group. Feeding the Intermix protein-vitamin premix to cows stimulated the animals to produce more milk after the calving by 12.6 %, and by 13.5 % during 305 days of lactation. The milk of experimental cows differed by 0.02 % higher fat content and 0.01 % protein. The cows of the experimental group had better indicators of coefficients of stability and completeness of lactation, milk yield, and biological completeness of the cow. The obtained results indicate the expediency of using a protein-vitamin-mineral premix to increase the efficiency of dairy production and improve the nutritional value of milk.

Keywords: cows, feeding, milk yield, fat content of milk, protein content of milk, live weight, lactation curve.

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

Вступ. Забезпечення населення високоякісними харчовими продуктами, зокрема молоком, яке має високу поживну та біологічну цінність, є важливим завданням агропромислового комплексу. Молоко також є основною сировиною для молочної промисловості. Для забезпечення населення країни молоком та молочними продуктами необхідно підвищувати продуктивність корів, що можливе головним чином завдяки оптимізації їхнього раціону. Молочна продуктивність корів та якість молока залежить від багатьох факторів, які можна розділити на декілька основних категорій: генетичні фактори (порода, індивідуальні генетичні особливості), годівля (якість кормів, баланс раціону), умови утримання (комфорт і чистота, температурний режим), здоров'я (відсутність хвороб, вакцинація і ветеринарний догляд), технології доїння (сучасне обладнання, регулярність доїння),

менеджмент і людський фактор [6, 15, 16]. Кожен з цих факторів може значно вплинути на молочну продуктивність, тому важливо підходити до управління молочною фермою комплексно, враховуючи всі аспекти [12, 25].

Період лактації корів ділиться на три фази, тривалістю приблизно по 100 днів кожна: перша фаза роздою, друга фаза стабільної продуктивності й третя фаза зниження продуктивності. Кожна з цих фаз має свої особливості та вимагає специфічного підходу до годівлі та догляду за коровами. Продуктивність у фазі роздою сильно корелюється з продуктивністю за всю лактацію. У цій фазі в організмі корови відбуваються значні фізіологічні зміни та він фізіологічно налаштований на продукування максимальної кількості молока. Основні особливості цієї фази включають: інтенсивний обмін речовин, підвищені потреби в поживних речовинах

та стимулювання лактації. Молочна продуктивність корів у період роздою є одним з ключових факторів успішного ведення молочного скотарства. Тому у даний період важливо забезпечити корову оптимальними умовами утримання та годівлі, щоб максимально збільшити її продуктивність. Отримання високих добових надоїв значною мірою залежать від здатності корови споживати й перетравлювати велику кількість сухої речовини в раціоні [13]. Особливу увагу слід приділити коровам після отелу, коли вони знаходяться в періоді роздою. У цей час важливо забезпечити їм авансовану годівлю, що означає збільшення кількості та якості кормів, щоб підтримати їхнє відновлення після отелу і забезпечити високий рівень надоїв молока. Це допомагає коровам швидше відновитися та підвищити їхню продуктивність у майбутньому.

Дослідження доводять, що частота доїння у період роздою має значний вплив на продуктивність корів, особливо високопродуктивних новотільних корів, які показують кращі результати за 4-разового доїння. Застосування цього технологічного способу дозволяє підвищити ефективність використання молочних корів та забезпечити більший прибуток [19].

Дослідженнями підтверджується значна роль генетичних факторів у формуванні продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи та вплив умовних часток спадковості голштинської породи від батька та матері на показники надою є достатньо високим [18, 21]. Голштинські корови німецької селекції в перші 100 днів лактації краще реалізують свій генетичний потенціал продуктивності при повноцінній збалансованій годівлі за рахунок введення до їх раціонів змішанолігандного комплексу Цинку [18]. Цей комплекс сприяє покращенню загального стану тварин, підвищенню рівня продуктивності та якості молока. Важливо зазначити, що правильний баланс мікроелементів, таких як Цинк, є ключовим фактором для

оптимального здоров'я та високої продуктивності корів у цей критичний період лактації [4]. М. І. Когут та ін. [8] встановили ефективність роздою корів-первісток симентальської породи з комплексними класами еліта-рекорд та еліта. Пік їх надоїв припадає на третій місяць лактації, що становить 14,3 % та 13,2 % від загального надою за весь період лактації відповідно.

Для досягнення найвищих показників молочної продуктивності та відтворення необхідно забезпечити оптимальні умови годівлі та мікроклімату у корівнику. Природно-кліматичні фактори відіграють важливу роль у системі взаємодії «генотип-середовище», впливаючи на реалізацію генетичного потенціалу корів [22]. Корови здатні підтримувати високий рівень продуктивності протягом тривалого періоду, але їхня здатність до постійного виробництва молока на високому рівні з часом зменшується. Зниження постійності лактації може бути пов'язане з фізіологічним виснаженням організму та потребою у відновленні [14]. Тому важливо враховувати ці фактори при плануванні раціонів і умов утримання корів, щоб забезпечити їхню тривалу продуктивність.

У корів із високою тривалістю лактації продуктивність молока знижується повільно, забезпечуючи стабільні надої протягом усього періоду. У корів зі швидким зниженням надоїв постійність лактації, як правило, низька [23]. Це свідчить про важливість підтримки тривалості лактації для досягнення стабільної молочної продуктивності. Найбільші зміни за екстер'єром у корів спостерігаються за комплексом ознак в період з першої по четверту лактації, які характеризують стан вимені (форма, розмір та здоров'я вимені), які є важливими для оцінки молочної продуктивності та загального стану корів [1]. Добір корів-первісток за вищим добовим надоєм і надоєм за перші 100 днів лактації є дієвим підходом [7]. Оптимальна продуктивність у період лактації може служити показником спроможності корови до ефективного

виробництва молока. При цьому важливо враховувати індивідуальні особливості кожної корови, її генетичний потенціал та умови утримання.

Один з найважливіших аспектів, що впливає на продуктивність корів, – це їх годівля. Після отелення корова потребує особливої уваги до раціону, щоб забезпечити необхідні поживні речовини для виробництва молока. Забезпечення необхідними мінералами й вітамінами є обов'язковим для підтримки здоров'я та продуктивності тварини. Актуальним питанням у підвищенні продуктивності тварин є використання у їх раціоні різного роду кормових добавок. Правильне поєднання біологічно активних добавок, вітамінних і мінеральних комплексів, а також білкових добавок дозволяє покращити здоров'я тварин, забезпечити ефективне використання кормів та підвищити продуктивність. Забезпечення корів усіма необхідними поживними речовинами є ключем до успішного ведення молочного скотарства. У годівлі молочної худоби використовується значна кількість білково-вітамінно-мінеральних добавок та різних інших кормових добавок.

Підвищення продуктивності молочного стада може бути досягнуто шляхом забезпечення повноцінної годівлі худоби, яке включає підвищення якості кормів, використання біологічно активних кормових добавок та мінеральних комплексів. Особливу увагу слід приділяти забезпеченню лактуючих корів високоякісними кормами, оскільки це безпосередньо впливає на їхню молочну продуктивність і здоров'я. Включення зерна у формі гомогенізованої суспензії до раціонів молочних лактуючих корів призводить до підвищення молочної продуктивності в середньому на 7,4 % з жирністю 4 %, що дозволяє знизити вартість добового раціону та отримати додатковий прибуток від реалізації молока [10]. Проведення роздою корів за рахунок додаткового згодовування концентрованих кормів у вигляді злаково-бобової дерті дозволяє виявляти генетичні задатки корів,

закладати високопродуктивні родини з корів-рекордисток, одержувати бугаїв-плідників, які можуть поліпшувати породні характеристики, додаючи 500–800 кг молока. А. П. Заєць та ін. [17] стверджують, що такий підхід сприятиме підвищенню ефективності виробництва молока та поліпшенню генетичного потенціалу стада.

Різні кормові добавки по-різному впливають на продуктивність великої рогатої худоби [24]. Уведення до раціону корів препарату пробіотичної дії «Biosprint» призводить до інтенсивніших обмінних процесів за рахунок перерозподілу чисельності мікроорганізмів, які забезпечують засвоєння основних поживних речовин кормів раціону, що сприяло зростанню добового надоя молока на 5,5–9,2 %, покращенню якості за вмістом СЗМЗ, жиру, загального білка та густини молока [11]. Включення до раціону корів добавки Альфасорб сприяє нормалізації обмінних процесів в організмі тварин, кращому перебігу репродуктивних функцій у сухостійних корів та збільшенню живої маси новонароджених телят, а також дозволило отримати на 7,44 % більше молока базисної жирності [5].

Триразове введення нанокарбоксилатів коровам на 10-12-й день після осіменіння при позитивному впливі на відтворну здатність тварин не має негативного впливу на показники молочної продуктивності, але при цьому покращує хімічний склад молока. Після введення препарату Кватронан-Se концентрація Ge, Se та Mn у молоці збільшується [20]. Щоденне використання мінеральної добавки з комплексом мінеральних речовин 40 мг CuSO₄, 1200 мг Zn SO₄, 1300 мг MnSO₄, 30 мг CoCl₂, 15 мг KI на голову та 2 г мультивітамінної добавки з амінокислотами та селеном «Нутріселу» в раціоні дійних корів дозволяє підвищити їх молочну продуктивність на 4,7 % [3]. Згодовування впродовж 30 днів дійним коровам Купруму, Кобальту, Цинку, Мангану, Йоду та препарату «Солвімін Селен» у складі раціону приводить до

покращення функціонального стану шлунково-кишкового тракту та збільшення добового надою [2]. Згодовування високопродуктивним коровам Цинку, Мангану та Кобальту у складі змішанолігандних комплексів сприяє підвищенню молочної продуктивності та жирності молока. Це також зменшує потребу в цих елементах і значно знижує їх виділення в навколишнє середовище [9].

Імуномодельюча та харчова комбінована добавка у годівлі корів позитивно впливає на показники молочної продуктивності, включаючи вихід молочного жиру і білка та вихід сухого знежиреного залишку, а також покращує якість молозива [26].

У наших дослідженнях була розглянута монбельярдська порода великої рогатої худоби. Даних про те, як проявляє себе порода за введення білково-вітамінних преміксів мало, тому у зв'язку з цим вивчення господарсько-біологічних особливостей корів монбельярдської породи потрібно приділяти особливу увагу. У породи монбельярд молоко має вищий

вихід білка, що є важливим у виготовленні якісних сирів.

Метою досліджень було вивчити ефективність використання білково-вітамінного премікса Інтермікс у раціонах корів монбельярдської породи, що забезпечує реалізацію продуктивного потенціалу худоби.

Матеріали і методи. Тривалість досліду становила 110 днів (10 днів після отелу + 100 днів роздою). Для проведення досліду відбирали тільки корів у період сухостою (за 10 днів до отелення) перед 3 лактацією. Середня жива маса корів при постановці на дослід становила 590 кг.

Усі тварини отримували однаковий раціон. Відмінність у годівлі полягала в тому, що корови дослідної групи, додатково до основного раціону отримували добавку Інтермікс КМ супер, у кількості 200 г на голову на добу. Білково-вітамінно-мінеральний премікс Інтермікс КМ характеризується високим вмістом вітаміну Е, цинку, селену, біотину та ніацину (табл. 1).

1. Хімічний склад премікса Інтермікс КМ супер

Мінеральні елементи	Кількість	Вітаміни	Кількість
Кальцій, г	130	Вітамін А, МО	1200000
Натрій, г	100	Вітамін Д, МО	200000
Фосфор, г	35	Вітамін Е, мг	3000
Магній, г	100	Вітамін В ₁ , мг	160
Залізо, мг	1000	Вітамін В ₂ , мг	100
Цинк, мг	10000	Вітамін В ₆ , мг	140
Марганець, мг	6000	Вітамін В ₁₂ , мкг	1500
Мідь, мг	1500	Біотин, мкг	100000
Йод, мг	140	Ніацин, мкг	25000 мг
Селен, мг	35		
Кобальт, мг	30		

Рекомендовано використовувати добавку у годівлі корів у перші три місяці лактації. Добавку Інтермікс КМ супер роздавали щодня у суміші з концентратами 3 рази на добу. Підготовчий період, коли тварини звикали до добавки, тривав 7 днів.

Для визначення стійкості лактаційного періоду у корів розраховували коефіцієнти сталості

лактації та молочності, повноцінності лактації.

Формула для визначення стійкості лактаційного періоду:

$$K_{сл} = (Y - Y_{100}) / Y,$$

де $K_{сл}$ – коефіцієнт сталості лактації;

Y – надій за 305 днів або укорочену лактацію, кг;

Y_{100} – надій за 100 днів лактації, кг.

Формула для визначення коефіцієнта молочності:

$$K_m = U \times Ж / 100,$$

де K_m – коефіцієнт молочності;

U – надій за 305 днів або укорочену лактацію, кг;

$Ж$ – жива маса корови, кг.

Формула для визначення коефіцієнта повноцінності лактації:

$$K_n = U \times 100 / V_{cy} \times Чдд,$$

де K_n – коефіцієнт повноцінності лактації;

U – надій за 305 днів або укорочену лактацію, кг;

V_{cy} – вищий добовий надій, кг;

$Чдд$ – кількість дійних днів.

Коефіцієнт біологічної повноцінності та коефіцієнт біологічної ефективності корови розраховували за формулами:

$$K_{bn} = U \times BC33 / Ж,$$

де K_{bn} – коефіцієнт біологічної ефективності;

$BC33$ – вміст сухого знежиреного залишку в молоці, %;

$Ж$ – жива маса, кг.

$$BEK = U \times C / Ж,$$

де BEK – біологічна ефективність корови;

U – надій, кг;

C – вміст сухих речовин в молоці, %;

$Ж$ – жива маса, кг.

Біометричну обробку даних проводили з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel. Дані в таблицях наведено як середнє значення та стандартне відхилення.

Результати та обговорення. Як

показує практика, більшість корів не розкриває свій генетичний потенціал під час першої лактації. Лише після третьої лактації можна робити висновки про продуктивні показники тварин, оскільки з цього періоду вони здатні повністю проявити свої генетичні можливості. У проведених дослідженнях оцінювали продуктивні показники корів саме по третій лактації.

Зміни живої маси корів пов'язані із молочною продуктивністю тварин, особливо під час роздою. У даний період лактації корови різко збільшують продукування молока, для синтезу якого організм починає витрачати внутрішні запаси, що в кінцевому результаті призводить до втрати живої маси.

Жива маса корів на початку досліду у піддослідних групах майже не відрізнялася. Надалі облік живої маси корів проводили у середині (50 день лактації) та наприкінці першої фази лактації (100 день). Уже на 50 день лактації прослідковується тенденція до зниження живої маси корів в обох групах. Проте, у контрольній групі даний показник знизився відносно живої маси на початок досліду на 44 кг, а у групі корів, яким у складі раціону згодовували досліджуваний премікс Інтермікс, – на 27 кг. Різниця між двома групами склала 17 кг на користь дослідної. Уже з середини досліду корови починають відновлювати свою живу масу. Інтенсивніше цей процес відбувається у дослідній групі завдяки досліджуваному білково-мінеральному преміксу Інтермікс (табл. 2).

2. Динаміка живої маси корів протягом періоду роздою

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
1	2	3
Жива маса на початок досліду, кг	560±10,3	556±12,5
Жива маса на 50 день періоду роздою, кг	516±9,1	529±12,5
Жива маса на кінець періоду роздою, кг	527±8,5	548±11,1
Абсолютна втрата живої маси на 50 день періоду роздою, кг	43±3,2	27±1,2**
Абсолютний приріст живої маси за 51–100 день періоду роздою, кг	11±2,1	19±3,1*

1	2	3
Абсолютна втрата живої маси за 0–100 днів періоду роздою, кг	32±2,4	7±3,2***
Відносна втрата живої маси за 0–50 днів періоду роздою, %	8,1±0,55	4,9±0,25***
Відносний приріст живої маси за 51–100 днів періоду роздою, %	2,2±0,12	3,6±0,61*
Відносна втрата живої маси за 0–100 днів періоду роздою, %	5,9±0,36	1,3±0,09***

Вважається, що якщо корова після отелу у період роздою втрачає більше ніж 10 % своєї ваги, то це призводить до зниження продуктивності за лактацію, корови погано приходять в охоту і не запліднюються в оптимальні терміни. У проведеному досліді вищі втрати живої маси спостерігаються у корів контрольної групи, 8,1 % на 50 день роздою проти 4,9 % ($p<0,01$) у дослідній групі. У період з 51 по 100 день роздою корови контрольної групи збільшили живу масу на 11 кг (на 2,2 %), дослідної – на 19 кг (3,6 %) ($p<0,05$). За весь період досліді корови дослідної групи втратили живу масу на 7 кг, або на 1,3 % ($p<0,001$), в аналогів контрольної групи даний показник був значно вищий – 32 кг, або 5,9 % відносно показника на день отелу.

Звісно такі втрати живої маси надалі матимуть вплив на продуктивність, відтворення корів і відповідно на економічні показники виробництва молока.

Зміна середньодобових приростів за періодами досліді більш точно показано у вигляді діаграми. На діаграмі видно, що протягом першої половини періоду роздою (0–50 днів) корови в обох групах втрачали живу масу. Проте, більше масу втрачали отелені корови контрольної групи, в яких щоденні втрати склали 876 г, у дослідній групі – 536 г. Згодовування коровам у раціоні білково-вітамінного премікса Інтермікс сприяло більшій збереженості живої маси тваринами (рис. 1).

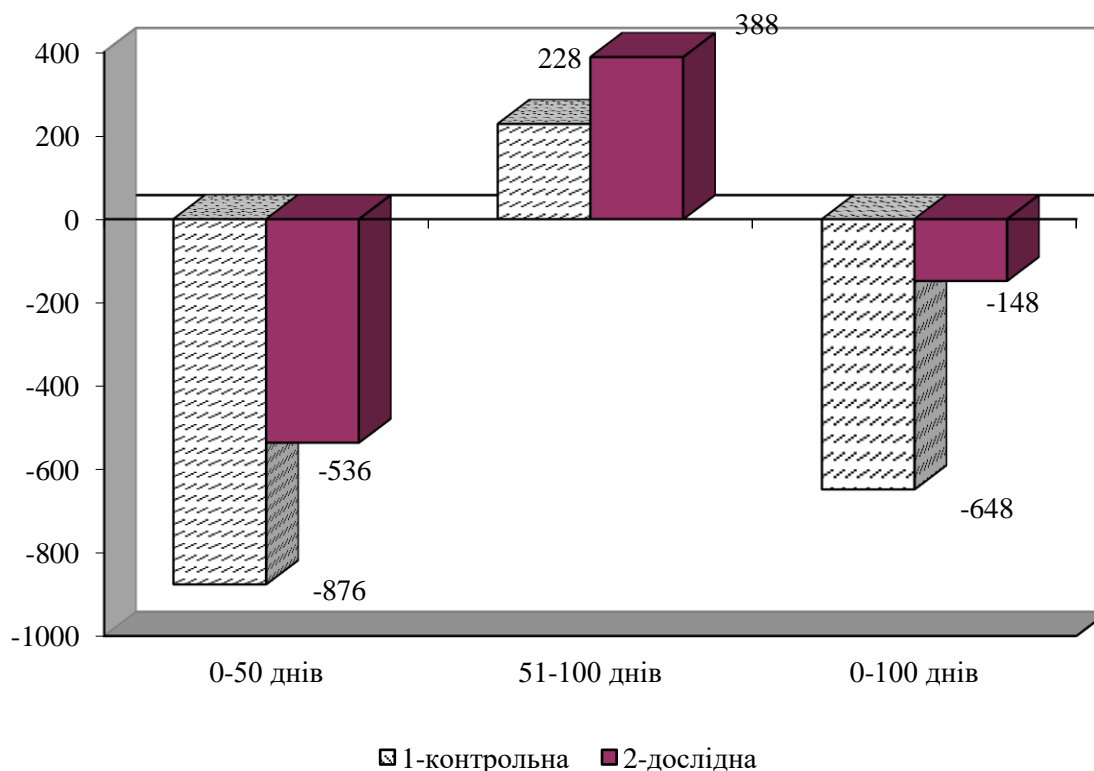


Рис. 1. Зміни середньодобового приросту живої маси корів у період роздою корів

У другій половині періоду роздою (51–100 днів) спостерігалось відновлення живої маси. Вищі середньодобові прирости зафіксовані у дослідній групі (388 г) ($p < 0,001$), у контрольній групі – менше на 160 г (41,2 %). Загалом за 100 днів періоду роздою спостерігається зниження живої маси корів, але мінімальна втрата виявлена у дослідній групі (148 г) проти 648 г – у контрольній групі. Різниця становила 500 г ($p < 0,001$) на користь показників у дослідній групі.

Отже, білково-вітамінний премікс Інтермікс позитивно впливав на відновлення корів після отелу за живою масою.

Основним показником ефективності кормового раціону для корів є кількість і якість виробленого молока. Для обліку молочної продуктивності та оцінки якості молока у період роздою, з першого дня дослідження через кожних 10 днів проводили контрольні удої. Відповідно за 110 днів дослідного періоду було зібрано результати 11 контрольних надоїв, починаючи з 10 дня після отелу. Дослідження показало, що найвищі надої

отримували від корів дослідної групи, як у першу половину періоду роздою (0–50 день), так і в другу (51–100 день). Середньодобовий надій після отелу (на 10 день) у корів в обох групах був однаковий (22,6–22,7 кг), незначні зміни у показниках були також і в наступний обліковий період (28,1–28,6 кг).

Згодовування коровам білково-вітамінного преміксу Інтермікс підвищило їх молочну продуктивність, стимулюючи виробництво більшої кількості молока. На третьому контрольному доїнні, яке проводилося на 20-й день періоду роздою, добовий надій у групі корів, що отримували премікс, перевищував показники контрольної групи на 4,7 кг, або на 20,9 % ($p < 0,001$) більше. На четвертому контрольному обліку ця різниця зберігалася і становила 4,7 кг, або 20,2 % ($p < 0,001$). На наступний контрольний облік середньодобовий надій у дослідній групі був на 20,6 % (4,9 кг) ($p < 0,01$) вищим, ніж у контрольній групі. Хоча на шостому контрольному обліку різниця зменшилася до 3,0 кг, що відповідає 12,9 % приросту (рис. 2).

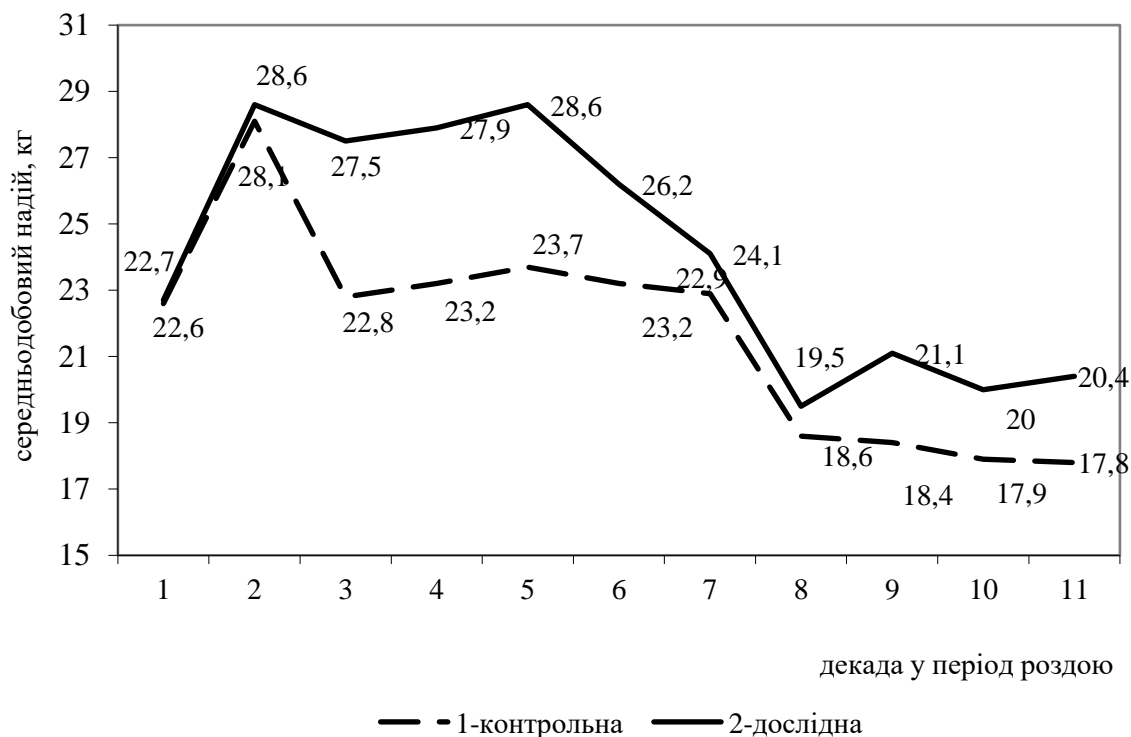


Рис. 2. Лактаційна крива корів за введення до раціону білково-вітамінного премікса у період роздою

Позитивна тенденція щодо підвищення середньодобового надою зберігалася і в другу половину періоду роздою (51–100 день). Корови, які отримували білково-вітамінний премікс Інтермікс, продовжували демонструвати вищу продуктивність порівняно з показниками контрольної групи, що свідчить про тривалий позитивний вплив добавки на молочну продуктивність. Проте різниця між показниками контрольної та дослідної груп у цей період була дещо меншою. На сьому дату контрольного обліку середньодобовий надій у дослідній групі перевищував лише на 1,2 кг (5,2 %), на восьму дату – на 0,9 кг (4,8 %). Через наступні 10 днів різниця між групами зросла до 14,6 % ($p < 0,001$). На десятому

контрольному обліку дослідні корови давали на 2,1 кг (11,7 %) більше ($p < 0,001$) молока, ніж контрольні. За останню декаду періоду роздою добовий надій на корову у дослідній групі був вищий на 2,6 кг (14,6 %) при ($p < 0,001$).

Як видно, отримані дані свідчать про стійкий позитивний ефект білково-вітамінного преміксу Інтермікс, який зберігався протягом всього періоду роздою і забезпечував постійне підвищення продуктивності корів. Пік надою припадав на 5 декаду лактації, далі поступово спадав і на 100 день роздою в контрольній групі становив 17,8 кг, у досліді – 20,4 кг.

Найвищі надої за 100 днів періоду роздою отримані від корів дослідної групи, до раціону яких включали досліджувану добавку (табл. 3).

3. Зведені показники продуктивності корів за 100 днів лактації у період роздою

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Валовий надій, кг	2166±64,8	2439±75,2*
Середня жирність молока, %	3,82±0,048	3,84±0,032
Середній вміст білку, %	3,28±0,021	3,28±0,045
Вміст сухих речовин в молоці, %	12,07±0,24	12,28±0,37
Кислотність молока, °Т	16,4±0,49	16,3±0,31
Валовий надій базисної жирності, кг	2433±58,2	2754±63,1**
Кількість молочного жиру, кг	827±11,2	936±12,9**
Кількість молочного білку, кг	710±10,5	800±12,3***

Аналіз молочної продуктивності піддослідних корів показує, що добавка Інтермікс мала значний вплив на надій корів. У дослідній групі від корів було отримано на 273 кг (12,6 %) більше ($p < 0,005$) молока, ніж у контрольній групі.

Наприкінці періоду роздою розрахунковим шляхом визначалася кількість отриманого жиру та білка за 100 днів лактації. У дослідній групі

кількість отриманого молочного жиру та білка виявилася вищою, ніж у контрольній групі. Це сталося за рахунок збільшення надоїв у цій групі та дещо вищого вмісту жиру у молоці. Валовий надій молока базисної жирності та кількість молочного жиру від корів дослідної групи був вищим ($p < 0,01$) у порівнянні з контрольною на 321 кг (13,2 %).

4. Молочна продуктивність корів за лактацію

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
1	2	3
Валовий надій за 305 днів лактації, кг	5987±128	6797±154**
Середня жирність молока, %	3,82±0,06	3,84±0,07

1	2	3
Середній вміст білку, %	3,31±0,07	3,32±0,05
Кількість молочного жиру, кг	228±9,5	261±8,8*
Кількість молочного білку, кг	198±4,3	226±4,6**
Вміст білку на 100 г жиру, г	87,8±1,4	86,6±1,7

Маючи дані про надій молока за перші 100 днів лактації, можна з високою точністю спрогнозувати загальну продуктивність корови за весь період лактації [8]. Тварини дослідної групи, які отримували білково-вітамінно-мінеральну добавку, ефективніше використовували поживні речовини раціону протягом періоду роздою, що мало позитивний ефект і надалі протягом лактації. Так, від корів дослідної групи за 305 днів лактації було надано на 810 кг, або на 13,5 % більше ($p < 0,01$) молока натуральної жирності, ніж від контрольних тварин. Молоко дослідних корів відрізнялося більшим вмістом жиру, перевищував контрольний зразок на 0,02 %.

Масова частка білка у контрольній групі більша дослідної групи на 0,01 % (табл. 4).

Для повнішої характеристики лактаційних кривих проведені обрахунки коефіцієнтів сталості та повноцінності лактації для обох груп корів. Аналіз даних показує, що корови дослідної групи, яким до складу раціону включали білково-вітамінно-мінеральний премікс Інтермікс, мали кращі показники за коефіцієнтами сталості та повноцінності лактації (64,1 та 77,9). У контрольній групі ці показники були на рівні 63,8 та 69,8. Це свідчить про вищу стійкість надоїв корів дослідної групи (табл. 5).

5. Показники стійкості лактаційного періоду у корів, %

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Коефіцієнт молочності	1136	1240
Коефіцієнт сталості лактації	63,8	64,1
Коефіцієнт повноцінності лактації	69,8	77,9
Біологічна ефективність корови	136,9	152,1
Коефіцієнт біологічної повноцінності корови	98,1	107,4

При оцінці якостей молочної продуктивності тварин та повноцінності лактації, необхідно приділяти увагу не тільки фізико-хімічним, технологічним, санітарним показникам молока, але й біологічним закономірностям зв'язків між живою масою та рівнем продуктивності тварин. При розрахунку коефіцієнта молочності встановлено, що найвищий показник за цією ознакою був відзначений у корів дослідної групи, яка отримувала Інтермікс, він був на рівні 1240 кг. У тварин контрольної групи він був дещо меншим і становив 1136 кг, при цьому жива маса була нижчою на 21 кг. В цілому за коефіцієнтом молочності корови дослідної групи мали перевагу перед контрольною

групою, що свідчить про ефективніше використання ними поживних речовин корму для виробництва продукції та інтенсивніший синтез молока.

Коефіцієнт біологічної ефективності корів дозволяє точніше оцінити молочну продуктивність тварин з погляду харчової цінності продукції. При розрахунку коефіцієнта біологічної ефективності встановлено, що найбільшим цей показник був виявлений у корів дослідної групи, від яких одержано 136,9 % сухої речовини на 1 кг живої маси. Це вище, ніж у контрольної групи на 15,2 %. Аналіз даних за коефіцієнтом біологічної повноцінності корови показав, що у контрольній групі

вони поступалися дослідним аналогам на 9,3 %.

Висновки

1. Втрати живої маси у корів, яким до раціону вводили білково-вітамінний премікс Інтермікс, за 100 днів роздою втратили живу масу на 1,3 %, контрольної групи – на 5,9 % відносно до показника на день отелу.

2. Щоденні втрати живої маси у корів за перших 50 днів роздою у дослідній групі були меншими на 38,8 %, у другій половині періоду відновлення живої маси вищим на 70,1 %.

3. Згодовування коровам білково-вітамінного преміксу Інтермікс

стимулювало тварин до виробництва більшої кількості молока у першу половину періоду роздою на 12,9–20,9 %, другу половину – на 4,8–14,6 %.

4. Згодовування коровам білково-вітамінного преміксу Інтермікс стимулювало тварин до виробництва на 12,6 % більшої кількості молока у період роздою, за 305 днів лактації – на 13,5 % більше, ніж від контрольних тварин.

5. Корови дослідної групи мали кращі показники за коефіцієнтами сталості та повноцінності лактації, молочності, біологічної повноцінності корови.

Список використаної літератури

1. Вплив віку корів та їх походження за батьком на ознаки лінійної оцінки типу в молочному скотарстві / А. Гетя та ін. *Тваринництво та технології харчових продуктів*. 2020. № 11 (1). С. 5–16. DOI: 10.31548/animal2020.01.005.

2. Вплив вітамінно-мінеральних комплексів на молочну продуктивність та гематологічні показники корів / Ю. Ю. Довгий та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 (93). С. 85–91. DOI: 10.31210/visnyk2019.02.10.

3. Вплив мінеральних речовин та «Нутриселу» на якість молока і молочну продуктивність корів / В. А. Котелевич та ін. *Наукові горизонти*. 2019. Вип. 8/81. С. 48–52.

4. Даниленко В. П., Бомко В. С. Вплив змішанолігандного комплексу цинку на молочну продуктивність високопродуктивних корів голштинської породи німецької селекції. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького*. 2016. Т. 18. № 1 (65). Ч. 3. С. 33–38.

5. Ефективність використання кормової добавки Альфасорб у годівлі корів / О. Решетніченко та ін. *Тваринництво України*. 2019. С. 24–29.

6. Інноваційний розвиток молочного скотарства в контексті підвищення виробництва молока / О. П. Разанова та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. 2023. Вип. 3 (54). С. 63–70. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2023.3.9.

7. Ковальчук І. В., Нетяга С. О., Писаревська І. О. Оцінка лактаційної діяльності молочних корів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького*. 2010. Т. 12. № 3 (45). Ч. 3. С. 48–51.

8. Когут М. І., Братюк В. М., Федак В. Д. Лактаційні криві у корів симентальської породи

References

1. The influence of the age of cows and their paternal origin on traits of linear type estimation in dairy cattle breeding / A. Hetia et al. *Tvarynnystvo ta tekhnolohii kharchovykh produktiv*. 2020. No. 11 (1). P. 5–16. DOI: 10.31548/animal2020.01.005.

2. The influence of vitamin-mineral complexes on milk productivity and hematological parameters of cows / Yu. Yu. Dovhii et al. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2019. No. 2 (93). P. 85–91. DOI: 10.31210/visnyk2019.02.10.

3. Effect of minerals and «Nutrytsel» on milk quality and milk productivity of cows / V. A. Kotelevych et al. *Naukovi horyzonty*. 2019. Issue 8/81. P. 48–52.

4. Danylenko V. P., Bomko V. S. The effect of a mixed zinc ligand complex on the milk productivity of high-yielding Holstein cows of German breeding. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2016. Vol. 18. No. 1 (65). Part 3. P. 33–38.

5. The effectiveness of using the Alfisorb feed additive in feeding cows / O. Reshetnichenko et al. *Tvarynnystvo Ukrainy*. 2019. P. 24–29.

6. Innovative development of dairy farming in the context of increasing milk production / O. P. Razanova et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya : Tvarynnystvo*. 2023. Vol. 3 (54). P. 63–70. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2023.3.9.

7. Kovalchuk I. V., Netiaha S. O., Pysarevska I. O. Assessment of lactation activity of dairy cows. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2010. Vol. 12. No. 3 (45). Part 3. P. 48–51.

8. Kohut M. I., Bratiuk V. M., Fedak V. D. Lactation curves of Simmental cows according to their class rating. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i*

відповідно до їх оцінки за класністю. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 219–229. DOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/16.pdf>.

9. Кропивка Ю. Г., Бомко В. С., Бабенко С. П. Продуктивність корів і обмін цинку, мангану та кобальту у другі 100 днів лактації у разі використання їх змішанолігандних комплексів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 217–225. DOI: 10.31210/visnyk2021.01.27.

10. Кушнеренко В. Г., Боднар Р. В. Підвищення молочної продуктивності шляхом введення перспективних технологічних прийомів годівлі великої рогатої худоби. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109. Ч. 2. С. 62–66. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.109-2.10.

11. Молочна продуктивність та обмінні процеси в організмі корів за використання в структурі раціону препарату «Biosprint» / М. В. Харко та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 79. С. 122–126.

12. Науково обгрунтовані заходи підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини в умовах виробництва : монографія / О. І. Скоромна та ін. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2020. 174 с.

13. Особливості формування і годівлі високопродуктивного стада корів : монографія / В. С. Бомко та ін. Біла Церква : БНАУ, 2019. 372 с.

14. Піщан С. Г., Литвищенко Л. О., Гуцуляк Г. С. Тривалість лактації та фізіологічна напруженість організму первісток голштинської породи. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 2 (78). С. 170–176.

15. Продуктивність і племінна цінність корів молочних порід української та зарубіжної селекції / Т. Л. Голубенко та ін. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 132. С. 281–289. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.132.34.

16. Разанова О. П. Продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 4 (107). Т. 2. С. 93–104.

17. Роздоювання корів – ефективний метод підвищення молочної продуктивності стада / А. П. Заєць та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 3 (63). С. 195–200.

18. Салогуб А. М. Вплив генотипових та паратипових чинників на ознаки молочної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. 2019. Вип. 3. С. 37–43.

tvarynnytstvo. 2019. Issue 66. P. 219–229. DOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/16.pdf>.

9. Kropyvka Yu. H., Bomko V. S., Babenko S. P. Cow productivity and exchange of zinc, manganese and cobalt in the second 100 days of lactation in the case of using their mixed ligand complexes. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2021. No. 1. P. 217–225. DOI: 10.31210/visnyk2021.01.27.

10. Kushnerenko V. H., Bodnar R. V. Increasing milk productivity by introducing promising technological methods of cattle feeding. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2019. No. 109. Part 2. P. 62–66. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.109-2.10.

11. Milk productivity and metabolic processes in the body of cows due to the use of the drug «Biosprint» in the structure of the diet / M. V. Kharko et al. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2017. Vol. 19. No. 79. P. 122–126.

12. Scientifically based measures of increasing the productivity of dairy cows and improving the quality of raw materials in the production conditions: monograph / O. I. Skoromna et al. Vinnytsia : RVV VNAU, 2020. 174 p.

13. Peculiarities of the formation and feeding of a highly productive herd of cows : monograph / V. S. Bomko et al. Bila Tserkva : BNAU, 2019. 372 p.

14. Pishchan S. H., Lytvyschenko L. O., Hutsuliak H. S. Duration of lactation and physiological stress of the organism of firstborns of the Holstein breed. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2012. Issue 2 (78). P. 170–176.

15. Productivity and breeding value of dairy cows of Ukrainian and foreign breeding / T. L. Holubenko et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Silskohospodarski nauky*. 2023. No. 132. P. 281–289. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.132.34.

16. Razanova O. P. Productivity and breeding value of cows of the Ukrainian black-spotted dairy breed of different lines of breeding breeders of Vinnytsia. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*. 2019. Issue 4 (107). Vol. 2. P. 93–104.

17. Milking cows is an effective method of increasing milk productivity of the herd / A. P. Zaiets et al. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2015. Vol. 17. No. 3 (63). P. 195–200.

18. Salogub A. M. The influence of genotypic and paratypic factors on the characteristics of milk productivity of cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii : Tvarynnytstvo*. 2019. Issue 3. P. 37–43.

19. Slavov V. P., Slavov A. P., Rybii N. V. Improvement of technological parameters in the organization of milking cows on modern high-

19. Славов В. П., Славов А. П., Рибій Н. В. Удосконалення технологічних параметрів при організації роздоювання корів на сучасних високоінтенсивних фермах. *Розведення і генетика тварин*. 2012. Вип. 46. С. 314–317.
20. Хоменко М. О., Себа М. В., Брюхачова І. Д. Молочна продуктивність корів за дії нанокарбоксилатів мікроелементів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. 2022. Вип. 4 (51). С. 49–54. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.4.7.
21. Шпетний М. Б., Заболотна В. К., Гришин С. Ю. Молочна продуктивність та відтворна здатність корів залежно від генетичних та паратипічних факторів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. 2022. Вип. 4 (47). С. 33–42. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.4.6.
22. Borshch O. O., Ruban S., Borshch O. V. The influence of genotypic and phenotypic factors on the comfort and welfare rates of cows during the period of global climate changes. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32. P. 25–34. DOI: 10.15159/jas.21.12.
23. Cole J. B., Null D. J. Genetic evaluation of lactation persistency for five breeds of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92 (5). P. 2248–2258. DOI: 10.3168/jds.2008-1825.
24. Effects of different additives on cattle feed intake and performance – a systematic review and meta-analysis / L. D. Fernandes et al. *An Acad Bras Cienc*. 2024. Vol. 96 (3). e20230172. DOI: 10.1590/0001-3765202420230172.
25. Emerging Parameters Justifying a Revised Quality Concept for Cow Milk / M. Mezzetti et al. *Foods*. 2024. Vol. 13 (11). P. 1650. DOI: 10.3390/foods13111650.
26. Supplementation with Combined Additive Improved the Production of Dairy Cows and Their Offspring with Maintenance of Antioxidative Stability / H. Zhang et al. *Antioxidants (Basel)*. 2024. Vol. 13 (6). P. 650. DOI: 10.3390/antiox13060650.
- intensity farms. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2012. Issue 46. P. 314–317.
20. Khomenko M. O., Seba M. V., Briukhachova I. D. Milk productivity of cows under the action of nanocarboxylates of trace elements. *Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia : Tvarynnystvo*. 2022. Issue 4 (51). P. 49–54. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.4.7.
21. Shpetnyi M. B., Zabolotna V. K., Hryshyn S. Yu. Milk productivity and reproductive capacity of cows depending on genetic and paratypic factors. *Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia : Tvarynnystvo*. 2022. Issue 4 (47). P. 33–42. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.4.6.
22. Borshch O. O., Ruban S., Borshch O. V. The influence of genotypic and phenotypic factors on the comfort and welfare rates of cows during the period of global climate changes. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32. P. 25–34. DOI: 10.15159/jas.21.12.
23. Cole J. B., Null D. J. Genetic evaluation of lactation persistency for five breeds of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92 (5). P. 2248–2258. DOI: 10.3168/jds.2008-1825.
24. Effects of different additives on cattle feed intake and performance – a systematic review and meta-analysis / L. D. Fernandes et al. *An Acad Bras Cienc*. 2024. Vol. 96 (3). e20230172. DOI: 10.1590/0001-3765202420230172.
25. Emerging Parameters Justifying a Revised Quality Concept for Cow Milk / M. Mezzetti et al. *Foods*. 2024. Vol. 13 (11). P. 1650. DOI: 10.3390/foods13111650.
26. Supplementation with Combined Additive Improved the Production of Dairy Cows and Their Offspring with Maintenance of Antioxidative Stability / H. Zhang et al. *Antioxidants (Basel)*. 2024. Vol. 13 (6). P. 650. DOI: 10.3390/antiox13060650.

DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-14

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.2:636.082

**БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ТЕЛИЦЬ І КОРІВ
УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ
РІЗНИХ ТИПІВ КОНСТИТУЦІЇ У ПОСТНАТАЛЬНОМУ ОНТОГЕНЕЗИ****В. Д. Федак, А. В. Шелевач, Н. М. Федак**

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

Про авторів:

Василь ФЕДАК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-9578-196X

Андрій ШЕЛЕВАЧ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-7202-0911

Наталія ФЕДАК,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0000-0003-1988-8591

Для листування:
Андрій ШЕЛЕВАЧ
e-mail: 1059@i.ua

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
24 жовтня 2023 р.
Погоджено до друку:
28 червня 2024 р.

Подано інформацію щодо біохімічних показників крові телиць і корів різних типів конституції, оцінювання яких проводили за розробленим авторами фізіолого-селекційним індексом. У контрольну групу ввійшли телиці та корови з низьким (104 од.), а в дослідну – з високим (140 і вище) показниками індексу. У динаміці (телички 3; 6; 12 і 18 місяців, нетелі на 8–9 міс. тільності і корови на 2–3 міс. лактації) досліджено зміни морфологічних і біохімічних показників крові, зокрема кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну, визначено рівень білкового обміну на основі аналізу даних щодо вмісту загального протеїну, активності аспартат- і аланінамінотрансфераз, вмісту загальних, залишкових і білкових SH-груп, досліджено окремі ензими, які беруть участь у окисно-відновних процесах у крові, а саме: вміст загального, відновленого і окисленого глутатіону і активність ферменту каталази, наведено дані щодо фізіолого-селекційного індексу оцінки типу конституції телиць української чорно-рябої молочної породи. Встановлено, що основні показники, які характеризують перебіг біохімічних процесів, у всі досліджувані вікові періоди були вищими у тварин дослідної групи (з високим фізіолого-селекційним індексом), що свідчить про інтенсивніший обмін речовин у їх організмі, ніж у аналогів контрольної групи.

Ключові слова: біохімічні показники крові, телиці, корови, чорно-ряба молочно порода, типи конституції.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Федак В. Д., Шелевач А. В., Федак Н. М., 2024

Biochemical indicators of the blood of calves and cows of ukrainian black-spotted dairy breed of different types of constitution in postnatal ontogenesis

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

About authors:

Vasyl FEDAK
ORCID: 0000-0001-9578-196X

Andrii SHELEVACH
ORCID: 0000-0002-7202-0911

Natalia FEDAK
ORCID: 0000-0003-1988-8591

For corresponding:
Andrii SHELEVACH
e-mail: 1059@i.ua

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
October 24, 2023
Accepted:
June 28, 2024

Information on biochemical indicators of the blood of heifers and cows of different constitution types, which were evaluated according to the physiological and selection index developed by the authors, is presented. The control group included heifers and cows with low (104 units), and the experimental group – with high (140 and above) index indicators. In dynamics (heifers 3; 6; 12 and 18 months old, heifers at 8–9 months of gestation and cows at 2–3 months of lactation), changes in morphological and biochemical indicators of blood, in particular the number of erythrocytes and hemoglobin content in blood, were investigated, the level was determined protein metabolism based on the analysis of data on the content of total protein, the activity of aspartate and alanine aminotransferases, the content of total, residual and protein SH-groups, individual enzymes involved in redox processes in the blood were investigated, namely the content of total, reduced and oxidized glutathione and the activity of the enzyme catalase, data were given on the physiological selection index for assessing the type of constitution of heifers of the Ukrainian black-spotted dairy breed. It was established that the main indicators characterizing the course of biochemical processes in all studied age periods were higher in the animals of the experimental group (with a high physiological selection index), which indicates a more intensive metabolism in their body. than the counterparts of the control group.

Keywords: biochemical indicators of blood, heifers, cows, black-spotted dairy breed, types of constitution.

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

Вступ. Важливим критерієм, який характеризує фізіологічний стан тварин, є морфологічні та біохімічні показники крові, які, як відомо [2, 5, 6], залежать від віку, умов утримання, годівлі, продуктивності та багатьох інших факторів. Склад крові відзначається відносною постійністю, що забезпечує збереження видових, породних та індивідуальних особливостей тварин. З другого боку, він досить лабільний, що дозволяє використовувати його як важливий механізм адаптації до змін умов життя [11, 17, 22]. Морфологічні та біохімічні показники крові можуть бути допоміжними біологічними тестами для оцінки конституції, продуктивних та племінних якостей тварин [10, 14]. Проте інформації про зміни біохімічних процесів, які відбуваються в організмі тварин різних типів конституції у розрізі різних вікових

періодів, у доступній науковій літературі є обмаль.

Через компоненти крові можна встановити певні закономірності росту і розвитку тварин [3]. Відмінності біохімічних показників крові характеризують напруженість обмінних процесів, адже тварини, в організмі яких вони інтенсивніше проходять, мають, як правило, вищі показники продуктивності [21, 23].

Встановлено, що під час розведення української чорно-рябої молочної породи перевагу потрібно надавати коровам широкотілого типу конституції, у яких показники вмісту загального білка в сироватці крові, еритроцитів та гемоглобіну вищі порівняно із коровами вузькотілого типу конституції [4].

Доведено [7], що корови-первістки української чорно-рябої молочної породи

різних варіантів підбору відрізняються за біохімічними і морфологічними показниками крові, зокрема за вмістом загального білка, кальцію, неорганічного фосфору, а також кількістю еритроцитів та лейкоцитів.

Важливу функцію в життєдіяльності організму виконують ензими переамінування сироватки крові. Реакції переамінування забезпечують перерозподіл азоту в організмі, біосинтез сечовини в процесі утворення й розпаду амінокислот, а також регулювання клітинного дихання й гліколізу. Вчені довели, що рівень активності низки ензимів в організмі тварин обумовлюється спадковістю [9, 16].

Продуктивність тварин у будь-якому аспекті відображає складний процес, який регулює взаємодія великої кількості ензимів. Чим більша концентрація ферменту, тим він активніший і водночас інтенсивніше відбуваються метаболічні процеси. Серед ензимів білкового обміну найбільш значимі є глютамінаспарагінова (АСТ) і глютаміналанінова (АЛТ) амінокислоти, оскільки вони відіграють важливу роль в азотистому обміні, виконуючи зв'язки через α -кетоглутарову, щавелевооцтову та піровиноградну кислоти між білковим, вуглеводним і жировим обміном, каталізують синтез і розпад амінокислот, є мономерами білкової молекули в первинній структурі білка [14]. Таким чином, за активністю ензимів переамінування можна дати біологічну характеристику худоби.

Досліджено, що активність АСТ у сироватці крові телиць чорно-рябої породи найвища в період інтенсивного росту тварин. У молодняку герефордської й калмицької худоби найвищий показник зафіксовано в 4–12-місячному віці. Відзначено позитивні корелятивні зв'язки між активністю АСТ у сироватці крові й показниками продуктивності голштинізованої худоби. Вірогідні позитивні коефіцієнти кореляції ($r=0,60$; $0,40$) встановлено між активністю АСТ у 1-місячних телят та живою масою в 1 і

3 місяці та $r=0,40$; $0,65$ і $0,68$ – у 6-місячному віці та живою масою в 6; 9 і 12 місяців [19].

Існує пряmlinійний зв'язок ($r=0,40$ і $0,90$) між активністю амінотрансфераз у сироватці крові та середньодобовими приростами живої маси. Дослідженнями встановлено, що бугайці з вищою активністю АСТ у 18-місячному віці досягли живої маси (452 кг), яка була більша на 50 кг порівняно з аналогами з низькою активністю ферменту [20, 24].

Нащадки родичів з високою активністю ензимів переамінування в сироватці крові переважали в усі вікові періоди ровесників з низькою трансаміназною активністю. Експерименти проведено на м'ясних абердин-ангуській та калмицькій породах. Із загального поголів'я досліджених корів калмицької породи ($n=576$ голів) з фенотипом (AA), тобто з високою активністю АСТ і АЛТ у сироватці крові, було 44,65 %, а з низькою активністю обох ензимів (BB) – 17,5 %. З проміжним фенотипом (AB і BA), тобто з високою активністю АСТ і низькою – АЛТ і навпаки, було 37,9 % тварин. Експериментальний підбір батьківських пар у молочному скотарстві показав, що корови, які мали батьків і матерів із високою активністю АСТ, дали на 538 кг молока й 13,4 кг молочного жиру за лактацію більше, ніж корови, батьки яких мали низьку активність вказаного ензиму [17].

Наведено результати дослідження активності ферментів крові дійних корів української червоної молочної породи у період 2–4-ї лактацій залежно від даних об'ємно-вагового коефіцієнта і числа лактацій. Встановлено, що корови з більш високими значеннями об'ємно-вагового коефіцієнта мали найвищий показник ферменту аспартатамінотрансферази. З підвищенням об'ємно-вагового коефіцієнта до 0,573 у корів четвертої лактації зростала активність досліджуваних ферментів (АСТ, АЛТ) [1].

Досліджено активність аспартатамінотрансферази (АсАТ) та аланінамінотрансферази (АлАТ) сироватки крові та їх зв'язок з відгодівельними і м'ясними якостями у молодняку свиней різної інтенсивності формування у ранньому онтогенезі. Встановлено, що кількість достовірних кореляційних зв'язків з відгодівельними і м'ясними якостями становить 28,57 %. Зазначене свідчить про можливість використання біохімічних показників сироватки крові для раннього прогнозування кількісних ознак у свиней. Критерієм відбору за абсолютними показниками відгодівельних і м'ясних якостей потомства є відповідність класу еліта, а також тварин, у яких індекс «інтенсивність формування» коливається в межах від 0,829 до 1,087 балів [15].

На основі сказаного вище можна вважати, що за активністю ензимів переамінування сироватки крові значною мірою можна визначити рівень м'ясної та молочної продуктивності тварин. Таким чином, у процесі росту й розвитку молодняку чорно-рябої худоби Західного регіону України оцінка тварин за інтер'єрними показниками має важливе науково-теоретичне й практичне значення для проведення цілеспрямованої селекційно-племінної роботи.

Матеріали і методи. Дослідження виконували на тваринах української чорно-рябої молочної породи в ДПДГ «Радохівське» Інституту сільського

господарства Карпатського регіону НААН. Для експерименту було відібрано по 10 голів у контрольну і дослідну групу. Фізіолого-селекційний індекс у тварин визначали за методикою В. Д. Федака та ін. [12, 13], а саме, використовуючи формулу:

$$B = \frac{(Ac + Al) \times C \times h^2}{K}$$

де В – фізіолого-селекційний індекс;

Ас – активність АСТ у сироватці крові, од./л⁻³ або інші одиниці;

Ал – активність АЛТ у сироватці крові, од./л⁻³ або інші одиниці;

h² – індекс успадкованості (0,5);

С – господарсько корисні ознаки тварини (жива маса, забійна маса, молочна продуктивність, лінійні проміри);

К – коефіцієнт переведення активності амінотрансфераз в одиниці Т. С. Пасхіної.

У контрольну групу ввійшли тварини, фізіолого-селекційний індекс яких становив 104 одиниці, в дослідну – аналоги з показником 140 одиниць. У процесі експерименту досліджували морфологічні та біохімічні показники крові в постнатальному онтогенезі за методиками, описаними у довіднику (В. В. Влізло та ін., 2012) [8]. Біометричну обробку матеріалів дослідження здійснювали у програмі Excel.

Результати та обговорення.

Морфологічні показники крові. Вікові зміни кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну в крові дослідних тварин наведено в таблиці 1.

1. Кількість еритроцитів і вміст гемоглобіну в крові піддослідних тварин (M±m, n=10)

Вік, міс.	Група			
	контрольна	дослідна	контрольна	дослідна
	еритроцити, 10 ¹² /л		гемоглобін, г/л	
Телиці: 3	6,12±0,22	6,38±0,05	105,0±2,0	112,0±0,7***
6	6,86±0,25	7,54±0,38	122,0±4,1	132,0±2,1**
12	4,58±0,17	5,03±0,04**	109,0±3,8	120,8±3,0**
18	5,16±0,09	5,20±0,11	115,9±2,1	120,1±0,3*
Нетелі на 8–9 міс. тільності	6,15±0,05	6,83±0,10***	110,2±1,9	117,2±1,1***
Корови на 2–3 міс. лактації	6,31±0,12	6,67±0,08**	105,5±2,4	117,0±0,7***
У середньому	5,81±0,15	6,27±0,13**	111,3±2,7	119,8±2,6**

Примітка: в цій і наступних таблицях *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001.

Кількість еритроцитів у крові телиць у 3; 6; 12; 18 місяців, нетелей на 8–9 місяці тільності та корів на 2–3 місяці лактації дослідної групи була вищою, ніж контрольної відповідно на 4,25; 9,91; 9,82; 0,77; 11,06; 5,70 %. У середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали ровесниць на 7,92 %.

Гемоглобін входить до складу еритроцитів і є важливим тому, що переносить кисень від легень до тканин, а звідти транспортує вуглекислий газ у зворотному порядку, до легень. Уміст гемоглобіну в крові як телиць у всі досліджувані періоди, так і нетелей та корів був вірогідно вищим щодо контрольних аналогів відповідно на 6,67; 8,20; 10,83;

3,62; 6,35; 10,90 %, а в середньому за весь період вирощування – на 7,64 % (табл. 1).

Рівень білкового обміну в організмі тварин характеризують, зокрема, такі показники, як уміст загального білка, сульфгідрильних груп та активність ензимів переамінування в сироватці крові, а також індекс оцінки типу конституції тварин, який вираховано на основі активності АСТ і АЛТ та господарсько корисних ознак тварин.

За вмістом загального протеїну в сироватці крові телиці у віці 3; 6; 12; 18 місяців, нетелі на 8–9 місяці тільності та корови на 2–3 місяці лактації дослідної групи переважали контрольних аналогів відповідно на 1,81; 6,25; 9,77; 7,47; 15,23; 8,64 % (табл. 2).

2. Вміст загального протеїну в сироватці крові піддослідних тварин ($M \pm m$, $n=10$), г/л

Вік, міс.	Група		± до контролю
	контрольна	дослідна	
Телиці: 3	66,4±1,7	67,6±2,1	+1,2
6	68,8±1,2	73,1±1,7**	+4,3
12	68,6±2,5	75,3±1,3**	+6,7
18	70,9±0,9	76,2±1,4***	+5,3
Нетелі на 8–9 міс. тільності	66,3±1,9	76,4±1,2***	+10,1
Корови на 2–3 міс. лактації	74,1±0,8	80,5±1,4***	+6,4
У середньому	69,2±1,50	74,8±1,52**	+5,6

У середньому ж за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних аналогів на 8,09 %.

Іншим важливим показником, який також характеризує протеїновий обмін в організмі, є активність амінотрансфераз у сироватці крові (табл. 3).

3. Активність АСТ і АЛТ у сироватці крові піддослідних тварин ($M \pm m$, $n=10$), од./л³

Вік, міс.	Група			
	контрольна	дослідна	контрольна	дослідна
	АСТ		АЛТ	
Телиці: 3	34,14±0,58	35,47±0,44*	18,84±0,81	19,73±0,80
6	29,70±0,44	33,03±0,58***	15,74±0,58	19,29±0,38***
12	30,36±1,07	39,12±2,24***	16,96±0,83	21,39±0,26***
18	37,02±0,38	44,33±0,32***	21,90±0,29	23,68±0,40***
Нетелі на 8–9 міс. тільності	44,73±0,41	47,26±0,48***	28,48±0,73	30,76±0,58**
Корови на 2–3 міс. лактації	33,47±0,51	34,80±0,23**	25,38±0,29	27,99±0,73***
У середньому	34,89±0,56	39,00±0,71***	21,22±0,59	23,81±0,52***

За активністю аспаратамінотрансферази в середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних на 11,78 %. Аналогічну закономірність ми виявили і за активністю аланінамінотансферази в сироватці крові. Так, телиці дослідної групи за цим показником у 3; 6; 12; 18 місяців, нетелі на 8–9 місяці тільності та корови на 2–3 місяці лактації переважали ровесниць контрольної відповідно на 4,72; 22,55; 26,12; 8,13; 8,01; 10,28 % (табл. 3). За цим показником у середньому за період вирощування різниця на користь дослідних тварин становила 12,20 %.

Наявність відповідного вмісту сульфгідрильних груп, які входять до складу сірковмісних амінокислот, також свідчить про інтенсивність білкового обміну у тваринному організмі. У наших дослідженнях зміни вмісту загальних, залишкових і білкових груп мали хвилеподібний характер, що, очевидно, обумовлено ритмічністю росту тварин.

Аналіз даних, наведених у таблиці 4, показує, що вміст загальних сульфгідрильних груп у крові тварин дослідної групи протягом усього експерименту був вищим щодо контролю відповідно на 10,85; 27,50; 23,44; 18,01; 22,08; 8,86 %.

4. Вміст загальних і залишкових сульфгідрильних груп у крові піддослідних тварин ($M \pm m$, $n=10$), $г^{-3}/л$ цистеїну

Вік, міс.	Група			
	контрольна	дослідна	контрольна	дослідна
	загальні SH-групи		залишкові SH-групи	
Телиці: 3	605,7±8,7	671,4±50,5	157,4±1,4	173,6±4,0
6	459,3±5,0	585,6±13,13 ^{***}	135,3±5,3	178,7±5,3 ^{***}
12	689,0±28,7	850,5±54,6 ^{**}	131,2±7,2	159,5±5,3 ^{***}
18	504,7±17,9	595,6±22,0 ^{***}	123,1±8,1	149,3±4,0 ^{***}
Нетелі на 8–9 міс. тільності	651,3±35,8	795,1±21,8 ^{***}	118,2±7,6	171,7±2,0 ^{***}
Корови на 2–3 міс. лактації	578,0±15,3	629,2±12,1 ^{**}	126,2±2,7	151,4±3,5 ^{***}
У середньому	581,3±18,6	687,9±29,0 ^{***}	131,9±5,4	164,0±4,0 ^{***}

Щодо залишкових SH-груп, то слід відзначити, що їх вміст як у дослідній, так і в контрольній групах із віком тварин зменшувався, проте перевага за цим показником становила в середньому 24,34 % щодо контролю (табл. 4). За вмістом білкових SH-груп різниця у всі досліджувані вікові періоди була відповідно вищою на 4,98; 18,11; 13,22; 8,78; 0,86; 2,69 % у тварин дослідної групи.

Окисно-відновні процеси в крові піддослідних тварин. Низка ензимів, зокрема каталаза й глутатіон, містяться в еритроцитах і беруть участь в окисно-відновних процесах у клітинах і тканинах, тому їх вміст у крові свідчить про

інтенсивність їх перебігу в організмі тварин.

Дослідні телиці у 3; 6; 12 і 18 місяців, нетелі на 8–9 місяці тільності та корови на 2–3 місяці лактації переважали контрольних аналогів за вмістом загального глутатіону відповідно на 8,38; 20,25; 7,44; 5,48; 18,11; 1,80 % (табл. 5).

Аналогічну закономірність спостерігали і за вмістом відновленого глутатіону – за цим показником особини дослідної групи за весь період вирощування переважали контрольних ровесниць у середньому на 9,56 % (табл. 5).

5. Вміст загального і відновленого глютагіону в крові піддослідних тварин ($M \pm m$, $n=10$), g^{-3}/l

Вік, міс.	Група			
	контрольна	дослідна	контрольна	дослідна
	загальний глютагіон		відновлений глютагіон	
Телиці: 3	366,3±17,5	397,0±4,9*	339,7±22,8	368,3±7,1
6	313,1±7,0	376,5±5,4***	279,4±12,4	337,7±3,5***
12	375,2±6,9	403,1±2,6***	334,8±9,4	360,1±3,7**
18	428,7±4,5	452,2±5,3***	385,2±3,8	412,4±3,7***
Нетелі на 8–9 міс. тільності	396,0±7,7	467,7±3,7***	359,2±9,2	413,4±5,4***
Корови на 2–3 міс. лактації	455,3±2,7	463,5±5,3	379,6±1,0	384,7±2,7*
У середньому	389,1±7,72	426,7±4,53***	346,3±9,8	379,4±7,3**

Вміст окисленого глютагіону в усі досліджувані вікові періоди був вищим у крові тварин дослідної групи відповідно на 7,92; 15,13; 7,77; 6,52; 46,88; 4,01 %, а в середньому за весь період вирощування – на 10,98 % щодо контролю.

У процесі експерименту встановлено, що дослідні телиці у 3; 6; 12 і 18 місяців, нетелі на 8–9 місяці тільності та корови на 2–3 місяці лактації за активністю каталази в крові переважали контрольних ровесниць відповідно на 0,89; 15,57; 4,53; 3,93; 22,61; 3,68 %, у середньому – на 7,60 % (табл. 6).

6. Активність каталази в крові піддослідних тварин ($M \pm m$, $n=10$), $g^{-3} H_2O_2/l$

Вік, міс.	Група		± до контролю
	контрольна	дослідна	
Телиці: 3	6,77±0,27	6,83±0,22	+0,06
6	6,23±0,34	7,20±0,05	+0,97
12	7,07±0,06	7,39±0,13	+0,32
18	6,62±0,05	6,88±0,30	+0,26
Нетелі на 8–9 міс. тільності	5,13±0,12	6,29±0,19***	+1,16
Корови на 2–3 міс. лактації	9,24±0,20	9,58±0,05	+0,34
У середньому	6,84±0,17	7,36±0,16**	+0,52

Фізіолого-селекційний *індекс.*
Комплексним показником білкового обміну організму в сукупності з господарсько корисними ознаками є індекс

оцінки типу конституції телиць західноукраїнської популяції чорно-рябої породи, який визначали у 3; 6; 12 і 18-місячному віці (табл. 7).

7. Фізіолого-селекційний індекс оцінки типу конституції телиць української чорно-рябої молочної породи ($n=10$)

Вік, міс.	Група		± до контролю
	контрольна	дослідна	
3	20,81	21,75	+0,94
6	28,90	35,78	+6,88
12	51,20	71,20	+20,00
18	83,13	101,42	+18,29
У середньому	46,01	57,54	+11,53

Доцільно відзначити, що показник фізіолого-селекційного індексу був вищий у тварин дослідної групи в означені вікові періоди щодо контрольних аналогів відповідно на 4,52; 23,81; 39,06; 22,00 %, а в середньому за весь період вирощування – на 25,05 %.

Висновки. За основними показниками, що характеризують

Список використаної літератури

1. Бакланова Л. В. Активність ферментів крові лактуючих корів за різних показників об'ємного коефіцієнта та числа лактацій. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1. С. 84–89. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101).
2. Бегма Н. А. Біохімія показників крові молодняка свиней за використання у комбікормах анісорбу. *НТБ Дніпропетровського АЕУ*. 2016. Т. 4, № 1. С. 27–31.
3. Будова й фізико-хімічні властивості білків-ферментів. Класифікація й номенклатура ферментів : метод. посіб. / К. В. Александрова та ін. Запоріжжя, 2016. 50 с.
4. Буткалюк Ж. В. Гематологічні показники крові корів різних типів конституції української чорно-рябої молочної породи. *Вісник ДАУ*. 2004. № 1 (12). С. 371–374.
5. Китаєва А., Проноза О. Від чого залежать гематологічні показники української червоної молочної породи. *Тваринництво України*. 2014. № 3/4. С. 40–43.
6. Кузів М. І., Кузів Н. М., Федорович В. В. Морфологічні і біохімічні показники крові та природна резистентність телиць української чорно-рябої молочної породи. *Зб. наук. пр. Подільського ДАТУ*. 2012. Вип. 20. С. 139–141.
7. Кучер Д. М. Морфологічні та біохімічні показники крові корів-первісток різних варіантів підбору. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2012. Вип. 4. С. 96–100.
8. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізла та ін. ; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.
9. Науменко В. В., Дячинський А. С., Демченко В. Ю. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник. Київ : Просвіта, 2014. 289 с.
10. Показники фізіологічного стану та продуктивності чистопородних і помісних телиць волінської м'ясної і лімузинської порід у період фізіологічного і статевого дозрівання / Р. С. Федорук та ін. *Наук. вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2008. Т. 10, № 4 (39). С. 262–265.
11. Топурія Л. Ю., Топурія Г. М. Вплив препаратів природного походження на метаболізм речовин,

біохімічні процеси в організмі, тварини з високим фізіолого-селекційним індексом (дослідна група) значно переважали аналогів з низьким фізіолого-селекційним індексом (контрольна група). Це свідчить про те, що метаболічні процеси в організмі тварин дослідної групи протікали набагато інтенсивніше, ніж у аналогів контрольної групи.

References

1. Baklanova L. V. Activity of blood enzymes of lactating cows for different indicators of volume-weight ratio and number of lactations. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*. 2019. Issue 1. P. 84–89. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101).
2. Behma N. A. Biochemistry of blood indicators of young pigs after the use of anisorb in compound feed. *NTB Dnipropetrovskoho AEU*. 2016. Vol. 4, no. 1. P. 27–31.
3. Structure and physicochemical properties of enzyme proteins. Classification and nomenclature of enzymes : metod. posib. / K. V. Aleksandrova et al. Zaporizhzhia, 2016. 50 p.
4. Butkaliuk Zh. V. Hematological parameters of the blood of cows of different types of constitution of the Ukrainian black-and-white dairy breed. *Visnyk DAU*. 2004. No. 1 (12). P. 371–374.
5. Kytaieva A., Pronoza O. What do the hematological indicators of the Ukrainian red dairy breed depend on. *Tvarynystvo Ukrainy*. 2014. No. 3/4. P. 40–43.
6. Kuziv M. I., Kuziv N. M., Fedorovych V. V. Morphological and biochemical indicators of blood and natural resistance of heifers of the Ukrainian black-and-white dairy breed. *Zb. nauk. pr. Podilskoho DATU*. 2012. Issue 20. P. 139–141.
7. Kucher D. M. Morphological and biochemical indicators of the blood of first-born cows of different selection options. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*. 2012. Issue 4. P. 96–100.
8. Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine : a guide / V. V. Vlizlo et al. ; za red. V. V. Vlizla. Lviv, 2012. 759 p.
9. Naumenko V. V., Diachynskyi A. S., Demchenko V. Yu. Physiology of farm animals : pidruchnyk. Kyiv : Prosvita, 2014. 289 p.
10. Indicators of the physiological state and productivity of purebred and crossbred heifers of the Volyn beef and Limousin breeds during the period of physiological and puberty / R. S. Fedoruk et al. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2008. Vol. 10, no. 4 (39). P. 262–265.
11. Topuriia L. Yu., Topuriia H. M. The influence of drugs of natural origin on the metabolism of substances, immune status and erythropoiesis in cattle. *Nauk. visnyk NAU*. 2021. Issue 95. P. 41–56.

імунний статус та еритропоез у ВРХ. *Наук. вісник НАУ*. 2021. Вип. 95. С. 41–56.

12. Федак В. Д. Методика комплексної оцінки типу конституції великої рогатої худоби. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Тваринництво»*. 2001. Спец. вип. С. 178–181.

13. Федак В. Д., Федак Н. М. Фізіологічні та біохімічні основи формування продуктивних ознак ВРХ : теоретичні та практичні рекомендації. Оброшине, 2011. 19 с.

14. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник / за ред. А. Й. Мазуркевича, В. І. Карповського. Вінниця, 2018. 345 с.

15. Халак В. І., Волощук В. М., Церенюк О. М. Активність амінотрансфераз сироватки крові та їх зв'язок з відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней різної інтенсивності формування. *Свинарство і агропромислове виробництво*. 2023. Вип. 2 (80). С. 116–130. DOI: 10.37143/2786-7730-2023-2(80)08.

16. Шидловська С. В. Морфологічні та біохімічні показники крові у корів буковинського заводського типу української чорно-рябої молочної породи. *Зб. наук. пр. Подільського ДАТУ*. 2012. Вип. 20. С. 311–312.

17. Breeding situation in DPDG “Oleksandrivske” for breeding Ukrainian red-spotted and black-spotted dairy breeds and ways to improve it / H. S. Kovalenko et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Issue 51. P. 69–73.

18. Buchko O. M. Free radical processes in the cattle lets for the actions of enzymatic additives. *Anim. Biol*. 2013. No. 15 (1). P. 27–33.

19. Huston P. Building a blood system types in animal science during the 21st century. *Canadian animal sci. journ*. 2017. No. 3. P. 88–95.

20. Khalak V. I. Biochemical indicators of serum and their associative relationship with fattening and meat qualities of young heifers of different intrabreed differentiation by body mass index. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Issue 41. P. 78–89.

21. Khmelnychy L. M., Vechorka V. V., Khmelnychy S. L. Features of the exterior type of dairy cattle of different origins and the relative variability of linear characteristics with milking of Holstein cows. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Iss. 56. P. 77–83.

22. Khmelnychy L. M., Khmelnychy S. L. Population and genetic parameters of linear conformation traits cows firstborn ukrainian black-and-white dairy breed. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Issue 58. P. 67–69.

23. Khmelnychy L. M., Vechorka V. V. Viability of cows of Ukrainian black-spotted and red-spotted dairy breeds depending on the assessment of linear features of the exterior. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia “Tvarynnystvo”*. 2017. No. 7 (33). P. 48–58.

24. Polupan Yu. P., Melnyk Yu. F., Biryukova O. D. Influence of genetic factors on the productivity of cows. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Issue 58. P. 41–51.

12. Fedak V. D. Methodology of complex assessment of cattle constitution type. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia “Tvarynnystvo”*. 2001. Spec. issue. P. 178–181.

13. Fedak V. D., Fedak N. M. Physiological and biochemical bases of the formation of productive traits of cattle : teoretychni ta praktychni rekomendatsii. Obroshyne, 2011. 19 p.

14. Physiology of farm animals : pidruchnyk / za red. A. Y. Mazurkevycha, V. I. Karpovskoho. Vinnytsia, 2018. 345 p.

15. Khalak V. I., Voloshchuk V. M., Tsereniuk O. M. Activity of blood serum aminotransferases and their relationship with fattening and meat qualities of young pigs of different intensity of formation. *Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnystvo*. 2023. Issue 2 (80). P. 116–130. DOI: 10.37143/2786-7730-2023-2(80)08.

16. Shydlovska S. V. Morphological and biochemical indicators of blood in cows of the Bukovin factory type of the Ukrainian black-and-white dairy breed. *Zb. nauk. pr. Podilskoho DATU*. 2012. Issue 20. P. 311–312.

17. Breeding situation in DPDG “Oleksandrivske” for breeding Ukrainian red-spotted and black-spotted dairy breeds and ways to improve it / H. S. Kovalenko et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Issue 51. P. 69–73.

18. Buchko O. M. Free radical processes in the cattle lets for the actions of enzymatic additives. *Anim. Biol*. 2013. No. 15 (1). P. 27–33.

19. Huston P. Building a blood system types in animal science during the 21st century. *Canadian animal sci. journ*. 2017. No. 3. P. 88–95.

20. Khalak V. I. Biochemical indicators of serum and their associative relationship with fattening and meat qualities of young heifers of different intrabreed differentiation by body mass index. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Issue 41. P. 78–89.

21. Khmelnychy L. M., Vechorka V. V., Khmelnychy S. L. Features of the exterior type of dairy cattle of different origins and the relative variability of linear characteristics with milking of Holstein cows. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Iss. 56. P. 77–83.

22. Khmelnychy L. M., Khmelnychy S. L. Population and genetic parameters of linear conformation traits cows firstborn ukrainian black-and-white dairy breed. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Issue 58. P. 67–69.

23. Khmelnychy L. M., Vechorka V. V. Viability of cows of Ukrainian black-spotted and red-spotted dairy breeds depending on the assessment of linear features of the exterior. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriiia “Tvarynnystvo”*. 2017. No. 7 (33). P. 48–58.

24. Polupan Yu. P., Melnyk Yu. F., Biryukova O. D. Influence of genetic factors on the productivity of cows. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Issue 58. P. 41–51.