



# Агронаука і практика

Випуск 2 частина 3 2023

Заснований 2021

Науково-  
виробничий  
журнал

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

### Головний редактор:

О. Ф. Стасів, доктор с.-г. наук, член-кореспондент НААН, Україна

### Заступники головного редактора:

Г. С. Коник, доктор с.-г. наук, проф., член-кореспондент НААН, Україна

Г. М. Седіло, доктор с.-г. наук, проф., акад. НААН, Україна

### Відповідальний секретар:

О. І. Стадницька, кандидат с.-г. наук, Україна

### Члени редколегії:

Л. З. Байструк-Глодан, кандидат с.-г. наук, Україна

О. М. Бордун, кандидат с.-г. наук, Україна

О. В. Вавринович, кандидат с.-г. наук, Україна

С. О. Вовк, доктор біол. наук, проф., Україна

О. П. Волощук, доктор с.-г. наук, Україна

І. С. Волощук, доктор с.-г. наук, Україна

А. Я. Гадзало, доктор екон. наук, Україна

Л. Б. Гнатишин, доктор екон. наук, проф., Україна

В. І. Гнєзділова, кандидат біол. наук, Україна

В. В. Гусак, кандидат біол. наук, Україна

О. М. Демків, кандидат біол. наук, Україна

А. Г. Дзюбайло, доктор с.-г. наук, проф., Україна

А. М. Заморока, кандидат біол. наук, Україна

Н. Б. Зеліско, кандидат екон. наук, Україна

М. О. Ільченко, кандидат с.-г. наук, Україна

Р. В. Ільчук, доктор с.-г. наук, Україна

О. Й. Качмар, кандидат с.-г. наук, Україна

В. А. Колодійчук, доктор екон. наук, проф., Україна

І. В. Кохан, кандидат екон. наук, Україна

В. В. Липчук, доктор екон. наук, проф., Україна

В. Л. Максим, кандидат екон. наук, Україна

О. І. Малецька, кандидат екон. наук, Україна

М. Марунек, доктор с.-г. наук, проф., Чехія

Т. В. Микитин, кандидат біол. наук, Україна

Ю. М. Оліфір, кандидат с.-г. наук, Україна

Д. Д. Остапів, доктор с.-г. наук, Україна

О. В. Паленичак, кандидат екон. наук, Україна

Г. Я. Панахид, доктор с.-г. наук, Україна

Т. В. Партика, кандидат біол. наук, Україна

Б. Пілярчик, доктор с.-г. наук, проф., Польща

А. Д. Пілько, кандидат екон. наук, Україна

І. Р. Попадинець, кандидат екон. наук, Україна

З. Р. Рижок, кандидат екон. наук, Україна

Й. Ф. Рівіс, доктор с.-г. наук, Україна

О. С. Саламін, кандидат екон. наук, Україна

Ю. Т. Салига, доктор біол. наук, Україна

А. Г. Сіренко, кандидат біол. наук, Україна

В. І. Халак, кандидат с.-г. наук, Україна

В. А. Чемерис, доктор екон. наук, проф., Україна

Е. Чернявська-Пйонтковська, доктор наук, проф., Польща

## EDITORIAL BOARD:

### Chief editor:

O. Stasiv, doctor of agricultural sciences, corresponding member of the NAAS, Ukraine

### Deputy Editors-in-Chief:

H. Konyk, doctor of agricultural sciences, professor, corresponding member of the NAAS, Ukraine

H. Sedilo, doctor of agricultural sciences, professor, academician of the NAAS, Ukraine

### Executive Secretary:

O. Stadnytska, candidate of agricultural sciences, Ukraine

### Members of the editorial board:

L. Baistruk-Hlodan, candidate of agricultural sciences, Ukraine

O. Bordun, candidate of agricultural sciences, Ukraine

O. Vavrynovych, candidate of agricultural sciences, Ukraine

S. Vovk, doctor of biological sciences, professor, Ukraine

O. Voloshchuk, doctor of agricultural sciences, Ukraine

I. Voloshchuk, doctor of agricultural sciences, Ukraine

A. Hadzalo, doctor of agricultural sciences, Ukraine

L. Hnatiyshyn, doctor of econ. sciences, professor, Ukraine

V. Hniezdiлова, candidate of biol. sciences, Ukraine

V. Husak, candidate of biol. sciences, Ukraine

O. Demkiv, candidate of biol. sciences, Ukraine

A. Dziubailo, doctor of agricultural sciences, professor, Ukraine

A. Zamoroka, candidate of biol. sciences, Ukraine

N. Zelisko, candidate of econ. sciences, Ukraine

M. Ilchenko, candidate of agricultural sciences, Ukraine

R. Ilchuk, doctor of agricultural sciences, Ukraine

O. Kachmar, candidate of agricultural sciences, Ukraine

V. Kolodiichuk, doctor of econ. sciences, professor, Ukraine

I. Kokhan, candidate of econ. sciences, Ukraine

V. Lypchuk, doctor of econ. sciences, professor, Ukraine

V. Maksym, candidate of econ. sciences, Ukraine

O. Maletska, candidate of econ. sciences, Ukraine

M. Marounek, doctor of agricultural sciences, professor, Czechia

T. Mykytyn, candidate of biol. sciences, Ukraine

Yu. Olifir, candidate of agricultural sciences, Ukraine

D. Ostapiv, doctor of agricultural sciences, Ukraine

O. Palenychak, candidate of econ. sciences, Ukraine

H. Panakhyd, doctor of agricultural sciences, Ukraine

T. Partyka, candidate of biological sciences, Ukraine

B. Pilarchyk, doctor of agricultural sciences, professor, Poland

A. Pilko, candidate of econ. sciences, Ukraine

I. Popadynets, candidate of econ. sciences, Ukraine

Z. Ryzhok, candidate of econ. sciences, Ukraine

Y. Rivis, doctor of agricultural sciences, Ukraine

O. Salamin, candidate of econ. sciences, Ukraine

Yu. Salyha, doctor of biol. sciences, Ukraine

A. Sirenko, candidate of biol. sciences, Ukraine

V. Khalak, candidate of agricultural sciences, Ukraine

V. Chemerys, doctor of econ. sciences, professor, Ukraine

E. Czerniawska-Piqtowska, doctor hab. inż., professor, Poland

# У випуску

## РОСЛИННИЦТВО

- 4** Динаміка окисно-відновного потенціалу під кукурудзою і ячменем ярим за тривалих антропогенних навантажень ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту  
Оліфір Ю. М., Габриєль А. Й., Гавришко О. С., Партика Т. В., Козак Н. І.



- 11** Вплив біологізованих систем удобрення на розвиток основних хвороб пшениці озимої та її продуктивність  
Дубицький О. Л., Качмар О. Й., Дубицька А. О., Ваєринович О. В.



- 17** Вплив агрофітоценозів на протирозійну стійкість ґрунтів  
Бегей С. С., Марцінко Т. І., Карасевич Н. В., Т. В. Шевченко.



### Рекомендовано до друку

Вченою радою Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, протокол № 9 від 1 листопада 2023 р.

За достовірність інформації та реклами відповідають автори та рекламодавці. Редакція може друкувати матеріали не поділяючи думки автора.

## ТВАРИННИЦТВО

- 24** Особливості впливу важких металів і жирних кислот бджолиного обніжжя на відтворну здатність бджолиних маток  
Рівіс Й. Ф., Постоецько В. О., Стадницька О. І., Саранчук І. І., Клим О. Я., Дяченко О. Б., Федак В. Д., Шелевач А. В., Гопаненко О. О.



- 34** Фізіологічні показники крові помісних телиць і корів порід українська чорно-ряба молочна х голштинська різних типів конституції  
Федак В. Д., Полуліх М. І., Стадницька О. І., Братюк В. М., Дутка В. Р., Осередчук Р. С.



- 43** Продуктивність молодняку нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого симентау жуйних в умовах передпiрської зони карпатського регіону буковини  
Калинка А. С., Лесик О. М., Томаш Л. Л., Стадницька О. І.



## Агронаука і практика

**Засновник і видавець:**  
Інститут сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України  
Редактор А. В. Шелевач  
Дизайн та верстка Н. В. Семен

Dynamics of redox potential under maize and spring barley during long-term anthropogenic loads of light-gray forestal surface-gleyed soil  
Olifir Y., Habryel A., Havryshko O., Partyka T., Kozak N.....4

The influence of biologized fertilizer systems on the development of the main diseases of winter wheat and its productivity  
Dubyskyi O., Kachmar O., Dubyska A., Vavrynovych O.....11

Influence of agrophytocenoses on anti-erosion resistance of soils  
Begey S., Martynko T., Karasevych N., Shevchenko T.....17

Peculiarities of the effect of heavy metals and fatty acids of bee pollen on the reproductive capacity of queen bees  
Rivis Y., Postoienco V., Stadnytska O., Saranchuk I., Klym O., Diachenko O., Fedak V., Shelevach A., Hopanenko O.....24

Physiological indicators of the blood of crossbred heifers and cows of the ukrainian black-spotted dairy x holstein breed of different types of constitution  
Fedak V., Polulikh M., Stadnytska O., Bratiuk V., Dutka V., Oseredchuk R.....34

Productivity of the young cattle of the new population of the bukovynska zonal type of the komolo meat simmental of ruminants in the conditions of the mountain area of the carpathian region of bukovyna  
Kalyinka A., Lesyk O., Tomash L., Stadnytska O.....43

Підп. до друку 1.11.2023.  
Формат 30×42/2. Папір серокерсний.  
Ум. друк. арк. 6,06. Тираж 100 прим.

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

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

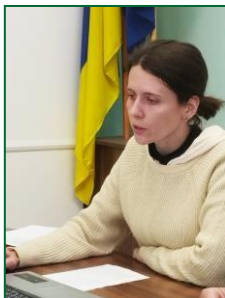


Інформаційне повідомлення

ХІІ Всеукраїнська  
науково-практична конференція  
молодих вчених

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
АГРОПРОМИСЛОВОГО  
ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ:**

**виклики і шляхи розвитку в умовах війни і  
повоєнної відбудови країни»**



SCAN ME

**ШАНОВНІ КОЛЕГИ!**

Запрошуємо Вас взяти участь у роботі ХІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених **«Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: виклики і шляхи розвитку в умовах війни і повоєнної відбудови»**, яка відбудеться **23 листопада 2023 р.** на базі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Оброшине, Львівського району, Львівської області).

**НАПРЯМИ РОБОТИ**

Загальне землеробство  
Агрохімія, ґрунтознавство  
Рослинництво  
Кормовиробництво і лукивництво  
Селекція і насінництво  
Захист рослин  
Екологія тараторальне природокористування  
Годівля та технологія утримання тварин  
Селекція та відтворення с.-г. тварин  
Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва  
Економіка с.-г. виробництва  
**Участь у конференції безкоштовна.**  
Мова конференції: українська, англійська.

**АДРЕСА ОРГКОМІТЕТУ**

Інститут сільського господарства  
Карпатського регіону НААН,  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине  
Львівського р-ну Львівської обл., 81115.  
Тел./факс (032) 227-97-33

Для участі у роботі конференції потрібно не пізніше 6 листопада 2023 р. надіслати на адресу [tetyana.partyka@gmail.com](mailto:tetyana.partyka@gmail.com) або [radamv@isgkr.com.ua](mailto:radamv@isgkr.com.ua) електронний варіант заявки та тез (назва файла має відповідати прізвищу першого автора).

Форма анкети-заявки – за посиланням

**[bit.ly/3Qh9KoW](https://bit.ly/3Qh9KoW)**

або відскануйте **QR-код** нижче

Програма конференції формується із заявлених доповідей. Відповідальність за зміст публікацій несе автор. Оргкомітет залишає за собою право редагувати та відхиляти надіслані матеріали.

Конференцію буде проведено в **on-line/off-line** форматі із застосуванням інформаційно-комунікаційного сервісу **ZOOM**.

### ДИНАМІКА ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІД КУКУРУДЗОЮ І ЯЧМЕНЕМ ЯРИМ ЗА ТРИВАЛИХ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНОГО ҐРУНТУ

Юрій ОЛІФІР, Анна ГАБРИЄЛЬ, Олег ГАВРИШКО, кандидати сільськогосподарських наук

Тетяна ПАРТИКА, кандидат біологічних наук, Надія КОЗАК, аспірант

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна

e-mail: olifir.yura@gmail.com

У дослідженнях, проведених у довготривалому стаціонарному досліді, встановлено, що органо-мінеральна та мінеральна системи удобрення на фоні вапнування за гідролітичною кислотністю підвищують показники окисно-відновного потенціалу порівняно із аналогічними системами удобрення та вапнування за рН-буферністю. Однак, у варіантах внесення доз вапна за моделлю рН-буферності окисно-відновні процеси у меншій мірі піддаються впливу екстремальних погодних умов. При цьому характер окисно-відновних процесів є помірно і слабо відновним. Отримані результати свідчать про агроекологічну обґрунтованість та матеріальну доцільність розрахунку доз внесення вапна на кислих ґрунтах Карпатського регіону проводити за моделлю рН-буферності.

**Ключові слова:** кислотність, вапнування, добрива, рН-буферність, окисно-відновні реакції, сівозмінна.

#### Вступ.

У формуванні хімічних властивостей, родючості ґрунтів та генетичних профілів провідне місце займає окисно-відновний стан ґрунту. Кількісну характеристику окисно-відновних реакцій, що протікають у ґрунті, їх направленість та інтенсивність виражає окисно-відновний потенціал (ОВП), що являє собою різницю потенціалів між ґрунтовим розчином та електродом.

Окисно-відновні реакції пов'язані з оглеєнням, переувільненням, перезволоженням ґрунтів та регулюють процеси деструкції органічних залишків, темпи накопичення та характер гумусових сполук, рухомість і біологічну доступність речовин у системах: ґрунт-рослина, ґрунт-мікроорганізми, ґрунт-атмосфера, ґрунт-природні води (Husson et al., 2018).

Окислювально-відновний потенціал (Eh) є мірою співвідношення окислених форм до відновлених в розчині. Цей параметр нерозривно пов'язаний з надходженням кисню і процесами споживання їх мікроорганізмами та корінням рослин. Тому окисно-відновний потенціал використовують як індикатор стану окиснення та вмісту біогенних форм і токсинів у ґрунтового середовищі (Tokarz & Urban, 2015).

Відомо, що надмірне зволоження, спричинюючи сповільнення процесів розкладу органічних решток, зумовлює зростання у складі гумусу вмісту фульватів і гуміну. Систематична зміна ОВП прискорює мінералізацію органічних речовин і сприяє дегуміфікації ґрунтів (Smaga et al., 2022). Водночас окисно-відновні реакції безперервно відбуваються у добре аерованих ґрунтах та їхніх верхніх генетичних горизонтах, зокрема, внаслідок гуміфікації органічних решток, зміни стану

окиснення Fe, Mn, S, тощо (Kirilchuk & Bonishko, 2011).

Основну роль в окисно-відновних процесах, що протікають у ґрунті, відіграє кисень, продукти життєдіяльності ґрунтової мікрофлори і вода.

Тому окисно-відновний потенціал ґрунту може надати важливу інформацію для характеристики стану ґрунту, а вимірювання Eh можна використовувати як ключовий індикатор процесів у полі як в анаеробних, так і в аеробних умовах (Bohrerova et al., 2004).

Згідно Yu et Rinklebe (2013) окисно-відновний потенціал є найбільш доступним простим показником стану системи окиснення-відновлення, і він охоплює весь діапазон, у якому функціонують різні неорганічні окисно-відновлювальні системи. Саме тому окисно-відновний статус ґрунту є фундаментальною властивістю, яка має тенденцію впливати на інші хімічні властивості ґрунту (Dayo-Olagbende et al., 2022).



Eh аеробних ґрунтів, які є в більшості оброблюваними ґрунтами, приділяється мало уваги,

хоча цей важливий параметр не можна залишати без уваги. Він має високий вплив на ґрунт, функціонування рослин, мікроорганізмів, а також на якість та продуктивність рослин, може допомогти вдосконалити агрономічні знання для ведення стійкого землеробства (Husson, 2013).

Як низькі потенціали, які формуються у ґрунті внаслідок інтенсифікації відновних реакцій, так і надлишково високі потенціали, що супроводжуються додатковою мінералізацією, створюють несприятливі умови і знижують продуктивність сільськогосподарських культур. Тому одним із актуальних завдань є встановлення оптимальних інтервалів окисно-відновних потенціалів (ОВП) у ґрунтах і впровадження дієвих заходів щодо їхнього врегулювання, особливо в умовах інтенсивного землеробства. Сучасні кліматичні зміни також вносять суттєві корективи в усталені закономірності. Теоретично зростання температури має викликати зростання ОВП, а фактично активізує мікробно-ферментативні процеси, які збільшують витрати кисню і цим знижують ОВП (Kirilchuk & Bonishko, 2011).

Відомо, що параметри показників окисно-відновного потенціалу і рН є генетично обумовленими і характерними для кожного конкретного різновиду ґрунту та відіграють важливу роль у формуванні біохімічного стану ґрунту, з якими тісно пов'язана трансформація органічної речовини. Водночас окисно-відновний потенціал дає можливість реально і швидко у польових умовах моніторити кризові ситуації, зумовлені порушенням кисневого режиму ґрунту, а також за екстремальних погодних умов: надмірної кількості опадів та за їх тривалої відсутності, різких перепадів температури повітря, тощо.

Крім того, Eh ґрунту та рН значною мірою впливають на тип рослинності, і навпаки, рослини змінюють Eh ґрунту і рН, особливо в ризосфері, змінюючи рослину важливою в ході фізико-хімічних процесів у ґрунті (Tano et al., 2016).

Окисно-відновний потенціал ґрунту є важливим фактором, що впливає на функціонування ґрунту в цілому та може надати важливу інформацію для характеристики стану ґрунту (Husson et al., 2016).

Надзвичайно важливу роль окисно-відновні процеси відіграють у формуванні гідроморфних, перезвожених ґрунтів Карпатського регіону. Вони безпосередньо впливають на умови мінерального живлення рослин. Перезвоження та ущільнення сприяють відновленню нітратів (денітрифікація), а відтак втраті ґрунтом азоту. Зниження ОВП призводить до надлишкової акумуляції у ґрунті токсичних для рослин  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ . У випадку домінування у профілі ґрунту окисних умов спостерігається перехід деяких елементів у нерозчинний стан, що також погіршує мінеральне живлення рослин (Truskavetsky & Tsapko, 2016).

Вагомим лімітним чинником урожайності на гідроморфних ґрунтах виступають повітряний (аераційний – дефіцит кисню) та окисно-відновний

режими, без оптимізації яких регуляція інших режимів, зокрема, кисло-основного і трофного, є агроекологічно недоцільною, витратною і безперспективною. Формування штучних високогідро- і аеробуферних механізмів саморегуляції в таких ґрунтах є необхідним фоном, на якому оптимізуються всі інші основні режими (Truskavetsky et al., 2020).

Окисно-відновні процеси у ґрунтового середовищі є досить мінливими, протікають у складній обстановці за участі як мінеральних компонентів, так і різних органічних сполук. Тому об'єктивна оцінка окисно-відновного стану ґрунту можлива лише за умов режимних досліджень протягом тривалого періоду.

Метою досліджень було встановити динаміку зміни ОВП залежно від різних систем удобрення та доз внесення вапна у ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті в полях кукурудзи та ячменю ярого.

### Матеріали і методи.

Лише у базових стаціонарних дослідженнях, створюючи у ґрунті оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур, можна отримувати об'єктивну інформацію про стан саморегулюючих систем ґрунту, зокрема окисно-відновних процесів, їх направленість та інтенсивність залежно від тривалих антропогенних навантажень. Крім того, сучасні кліматичні зміни теж вносять суттєві корективи в усталені закономірності.

Одним із таких є класичний постійно діючий в умовах ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту стаціонар Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, закладений в 1965 р. з різними дозами і співвідношеннями мінеральних добрив, гною і вапна. Дослід занесений у реєстр (атестат реєстрації НААН № 29) довгострокових стаціонарних польових дослідів НААН (Zaryshniak et al., 2016).

Стаціонарний дослід розміщений в натурі на трьох полях, кожне з яких налічує 18 варіантів у триразовому повторенні. Розташування варіантів одноярусне, послідовне. Загальна площа ділянки становить 168 м<sup>2</sup>, облікова – 100 м<sup>2</sup>. Сівозміна чотирирічна із таким чергуванням культур: кукурудза на силос – ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної – конюшина лучна – пшениця озима. Агротехніка вирощування культур, обробіток ґрунту і догляд за посівами загальноприйняті для умов зони Лісостепу Західного.

Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту до закладки дослідів така: вміст гумусу (за Тюрнімом) 1,42 %, рН<sub>KCl</sub> 4,2, гідролітична кислотність (за Капеном) 4,5, обмінна (за Соколовим) – 0,6 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію 60,0, рухомого фосфору (за Кірсановим) і обмінного калію (за Масловою) – відповідно 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту.



В досліді застосовували напівперепрілий гній ВРХ на солом'яній підстилці, аміачну селітру (34,5%), гранульований суперфосфат (19,5%), калійну сіль (40 %), нітроамофоску (NPK по 16%) (при використанні нітроамофоски вміст NPK збалансовували згідно рівнів удобрення простими добривами). Гній (40–60 т/га) вносили під кукурудзу. Фосфорно-калійні добрива вносили восени, а азотні – під передпосівну культивування. Чергове вапнування згідно схемидослідупроводили перед початком IX ротації сівозміни, у якій також відкориговано дози внесення добрив під культури сівозміни. В якості вапнякових матеріалів використовували вапнякове борошно (93,5 %  $\text{CaCO}_3$ ). Починаючи з VIII ротації другий укіс конюшини лучної заорювали в якості органічного добрива на всіх варіантах досліді.

Встановлення впливу тривалих антропогенних навантажень на зміну окисно-відновного потенціалу ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту вивчали протягом XI ротації сівозміни у динаміці під час вегетації кукурудзи на зерно та ячменю ярого.

Визначення ОВП проводили у варіантах: абсолютного контролю (без внесення добрив, вар. 1), органо-мінеральної системи удобрення (10 т/га сівозмінної площі гною +  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ ) на фоні періодичного вапнування 1,0 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг (6,0 т/га вапнякового борошна, вар. 7), аналогічної системи удобрення на фоні внесення оптимальної дози вапна, розрахованої за кислотно-основною буферністю (2,5 т/га, вар. 8), мінеральної системи удобрення ( $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ , вар. 15) та мінеральних систем удобрення  $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$  на фоні 1,0 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг (9,0 т/га, вар. 17) і аналогічної системи удобрення на фоні внесення вапна за моделлю рН-буферності (2,5 т/га, вар. 18).

Зразки ґрунту для визначення обмінної кислотності відбирали після збирання врожаю пшениці озимої на досліджуваних варіантах з орного шару ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту (0–25 см) та готували до аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464-2001. Визначення рН сольової витяжки проводили потенціометричним методом згідно ДСТУ ISO 10390-2001. Окисно-відновний потенціал (ОВП) вимірювали потенціометричним методом за допомогою



платинового і хлорсрібного електроду порівняння в польових умовах (ДСТУ ISO 11271:2004).

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень здійснювали з використанням програмного забезпечення OriginPro 2019b (OriginLab Corporation, USA, 2019). Відмінності між зразками вважали статистично значущими при  $p < 0,05$ . Дані в таблиці та рисунках представлені як середнє арифметичне із стандартним відхиленням ( $\pm \text{SD}$ ).

### Результати та обговорення.

Проведені дослідження динаміки окисно-відновного потенціалу у польових умовах стаціонарного досліді свідчать про його варіабельність за варіантами залежно від системи удобрення та вапнування.

У полі кукурудзи на зерно, якою розпочинається XI ротація сівозміни, ОВП має свої особливості зумовлені не тільки впливом різних систем удобрення, але й прямою дією оптимальної дози вапна, внесеного в поле кукурудзи, а також післядії 6,0 і 9,0 т/га  $\text{CaCO}_3$  розрахованих за Нг. Найвищі показники окисно-відновного потенціалу за період повних сходів – 4–5 листочків – 7–8 листочків у варіанті мінеральної системи удобрення і становлять відповідно 338–400–428 мВ при  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,28 (рис. 1).

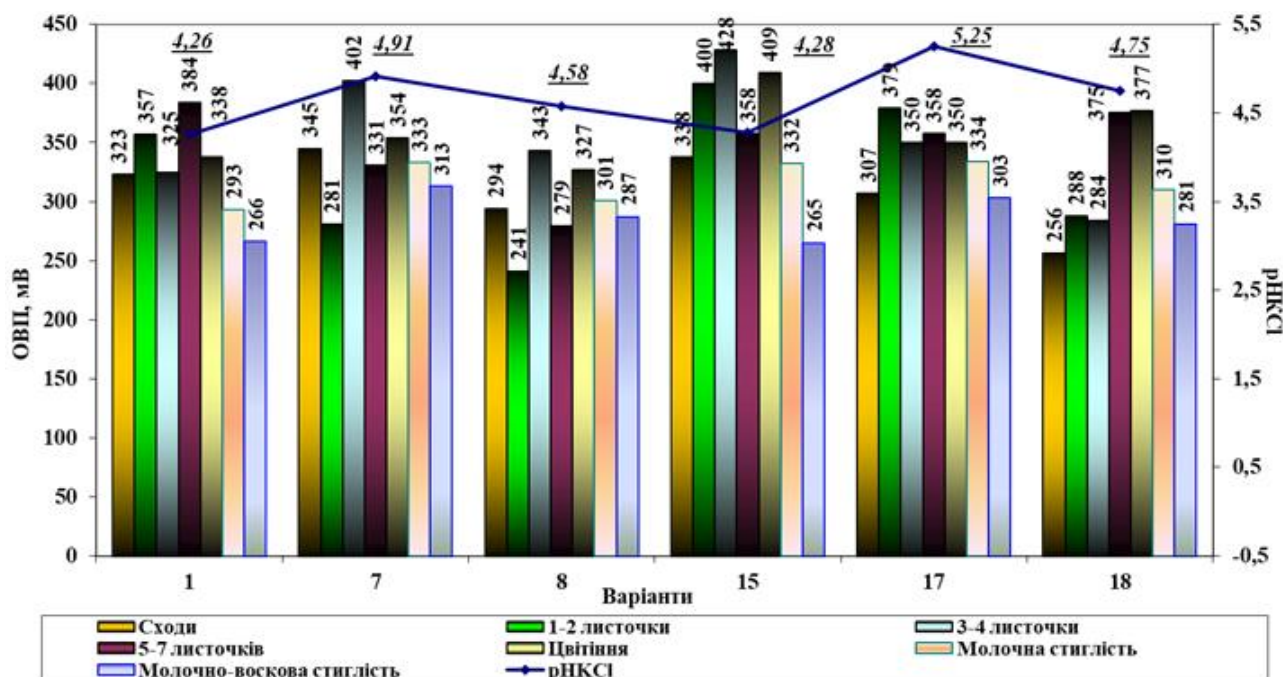
У варіанті контролю без добрив динаміка зміни окисно-відновного потенціалу весною була наступною: 323–357–325 мВ ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,26). За органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування 1,0 н  $\text{CaCO}_3$  динаміка ОВП змінювалась з 345–281 до 402 мВ ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,91). За внесення доз вапна за рН-буферністю при органо-мінеральній системі удобрення динаміка зміни окисно-відновного потенціалу була наступною 323–241–343 мВ при  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,58 (рис. 1).

За досліджуваний період по всіх варіантах досліді окисно-відновні процеси характеризуються за Хтряном як помірно відновні та слабо відновні (Navtyshko et al., 2020). Прослідковується загальна закономірність пов'язана з показником рН: чим вище рН ґрунту, тим менше у ньому міститься відновних форм сполук різних елементів. У варіанті мінеральної системи удобрення і внесення вапна за гідролітичною кислотністю показники ОВП є вищими, однак теж помірно відновними і становлять 268–331–300 мВ ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,25) проти 242–222–233 мВ варіанту аналогічної системи удобрення і вапнування за рН-буферністю при  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,75.

Вищі показники окисно-відновного потенціалу у полі кукурудзи у перші етапи росту і розвитку рослин у варіантах контролю та мінеральної системи удобрення за низьких значень рН можуть бути пов'язані із впливом самого фактору ранньовесняного обробітку, що поживляє газообмін. У попередніх дослідженнях за таких умов ми відмічали і підвищення емісії  $\text{CO}_2$  у вказаних варіантах внаслідок нагромадження у складі гумусу варіантів контролю і мінеральної системи

удобрення рухомих і агресивних фульвокислот, які піддаються у першу чергу мінералізації. Разом з тим слід врахувати і те, що за високої кислотності ґрунтового розчину у варіантах контролю та

мінерального удобрення розвиток рослин пригнічений, мікробіологічні процеси, які збільшують витрати кисню, знижені за недостатнього росту і розвитку рослин, тому і відбувається деяке підвищення показників ОВП.



**Рисунок 1.** Динаміка ОВП під час вегетації кукурудзи на зерно (XI ротація) за варіантами досліду: 1 – контроль (без добрив); 7 –  $N_{65}P_{68}K_{68}$  + гній 10 т/га +  $CaCO_3$  1,0 н за Нг; 8 –  $N_{65}P_{68}K_{68}$  + гній 10 т/га +  $CaCO_3$  оптимальна доза за кислотно-основною буферністю; 15 –  $N_{65}P_{68}K_{68}$ ; 17 –  $N_{105}P_{101}K_{101}$  +  $CaCO_3$  1,5 н за Нг; 18 –  $N_{105}P_{101}K_{101}$  +  $CaCO_3$  оптимальна доза за кислотно-основною буферністю ( $x \pm SD$ ,  $n = 6$ )

На всіх варіантах досліду спостерігається підвищення значень ОВП від весни (після посіву та під час сходів кукурудзи) до цвітіння та поступове зниження до збору врожаю. Очевидно, це можна



пояснити тим, що на напруженість ОВП-процесів мають значний вплив ризосферарослин і ризосферні мікроорганізми, активність яких значно зростає у

період цвітіння і формування зерна та знижується перед збиранням врожаю. Прослідковується пряма залежність між величиною кислотності ( $pH_{KCl}$ ) та окисно-відновним потенціалом у варіантах контролю та мінеральної системи удобрення при відповідних показниках рН 4,26 і 4,28. Зниження величини ОВП до 266 і 265 мВ у варіантах контролю і мінеральної системи удобрення свідчить про посилення відновних процесів. Саме у варіантах контролю і мінерального удобрення в найбільшій мірі в умовах гідроморфних ґрунтів проявляються процеси поверхневого оглешення. Слід відмітити і те, що у варіанті тривалого мінерального удобрення в період інтенсивного росту і розвитку рослин у найбільшій мірі спостерігається підвищення ОВП до 409–428 мВ, що свідчить про інтенсифікацію процесів окиснення. У попередніх дослідженнях саме у варіанті інтенсивного мінерального удобрення в період активного росту і розвитку рослин ми спостерігали найвищі показники емісії діоксиду карбону, що супроводжувалось зростанням мінералізаційних процесів і втратою вуглецю ґрунтом. У варіантах органо-мінеральної та мінеральної систем удобрення із внесенням



меліоранту дозою розрахованою за рН-буферністю характер окисно-відновних процесів протягом вегетації є помірно та слабо відновним і в меншій мірі піддається впливу екстремальних умов, зокрема, надмірної кількості опадів.

У дослідженнях Sabiene et al. (2010) окисно-відновний потенціал та рН ґрунту також характеризувалися значною часовою мінливістю в добовий і сезонний цикл які були пов'язані зі зміною клімату та рівнем вологості ґрунту.

Згідно Herbel et al. (2007) стверджується, що реакція багатьох хімічно та біологічно важливих мікроелементів, важких металів і органічних забруднювачів у ґрунтах обмежена рН та окислювально-відновними умовами, а зміни в цих умовах можуть значно вплинути на швидкість реакції.

Динаміка окисно-відновного потенціалу в полі ячменю ярого з підсівом конюшини лучної має свої особливості, зумовлені не тільки впливом різних систем удобрення, але й тривалістю післядії повної і півтори доз вапна розрахованих за Нг і внесених перед початком IX ротації та другим роком післядії оптимальної дози вапна внесеної перед початком XI ротації. Слід врахувати і те, що на даний час у варіантах контролю та мінеральної системи удобрення внаслідок зниження кислотності за

рахунок виключення із сівозміни інтенсивних сільськогосподарських культур картоплі, цукрових буряків та використання власних кислотостійких сортів конюшини лучної показник рН зріс із 3,7–4,0 до 4,26–4,28 одиниць. За таких умов поживалена біохімічна діяльність мікроорганізмів, що пов'язані з перетворенням сполук азоту ґрунту і впливає на характер протікання окисно-відновних процесів (рис. 2).

Очевидно, це пов'язано в першу чергу із тим, що після збору врожаю ячменю ярого у полі конюшини лучної лише у варіантах контролю та мінеральної систем удобрення окисно-відновні процеси характеризуються за Хтріном як помірно відновні. У решта варіантах характер процесів окиснення і відновлення як слабо відновні та слабоокисні.

У перші періоди розвитку в полі ячменю ярого окисно-відновні процеси в цілому характеризуються як слабо відновні. У варіанті мінеральної системи живлення вони є найвищими і становлять 372 мВ. У варіанті мінеральної системи удобрення на фоні вапнування 1,0 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг окисно-відновний потенціал становить 320 мВ і перевищує варіант аналогічної системи удобрення на фоні вапнування за рН-буферністю – 271 мВ. На контролі без добрив ОВП є найнижчим і становить 232 мВ.

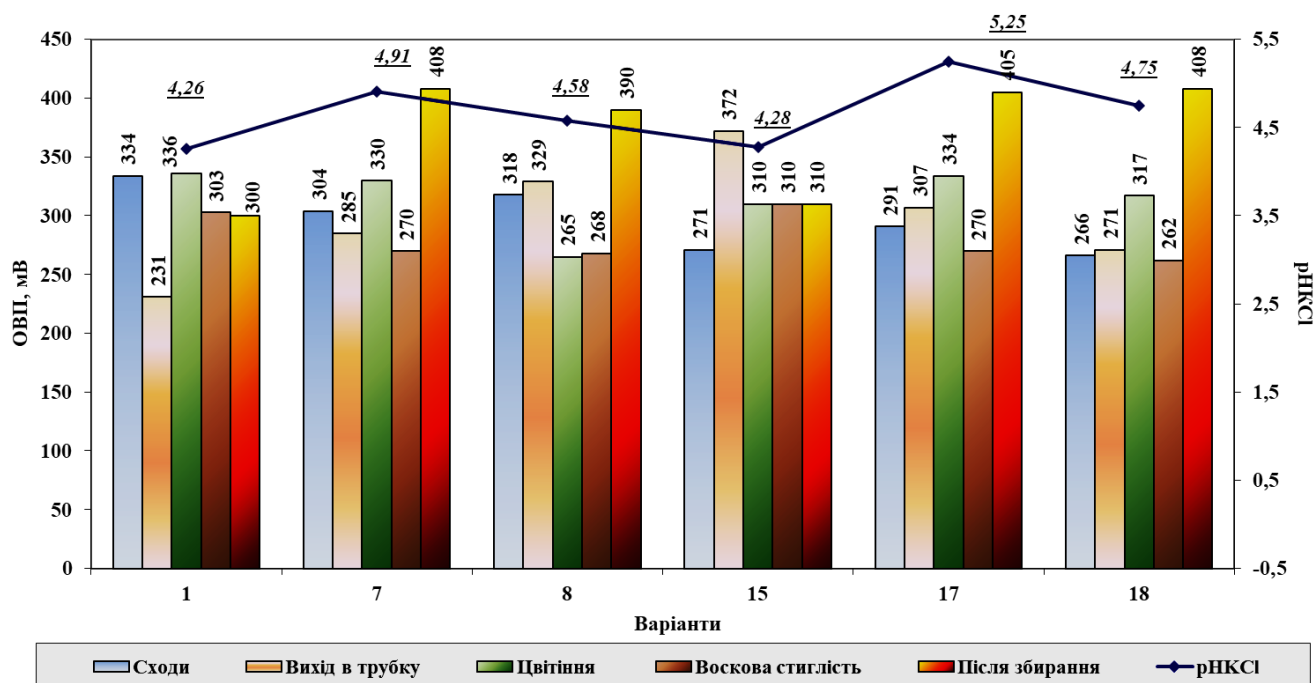


Рисунок 2. Динаміка ОВП під час вегетації ячменю ярого (XI ротація) за варіантами дослідів: 1 – контроль (без добрив); 7 –  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$  + гній 10 т/га +  $\text{CaCO}_3$  1,0 н за Нг; 8 –  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$  + гній 10 т/га +  $\text{CaCO}_3$  оптимальна доза за кислотно-основною буферністю; 15 –  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ ; 17 –  $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$  +  $\text{CaCO}_3$  1,5 н за Нг; 18 –  $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$  +  $\text{CaCO}_3$  оптимальна доза за кислотно-основною буферністю ( $x \pm \text{SD}$ ,  $n = 6$ )

Зниження ОВП у ґрунтах до 300 мВ вказує на зміну окисних умов на відновні. Якщо значення ОВП 200 мВ і менше, то у ґрунтах починають розвиватися відновні процеси з добре вираженими ознаками оглеєння. Головними чинниками, які

зумовлюють інтенсивність і напрям окисно-відновних процесів у ґрунтах, є водно-повітряний режим та діяльність мікрофлори. Перезволоження ґрунтів, ущільнення і внесення органічних добрив призводить до зниження ОВП. Зниження ОВП за

умови збільшення вологості ґрунту зумовлено не тільки погіршеннями аерації, а й розчиненням



багатьох мінеральних і органічних сполук з властивостями відновника.

У дослідженнях Włodarczyk et al. (2007) зміни окисно-відновного потенціалу в ґрунтах викликали одночасні зміни значення рН ґрунтового середовища, пов'язані з участю іонів  $H^+$  в реакціях відновлення кисню.

Якщо у полі кукурудзи після обліку врожаю ОВП знижується по варіантах дослідів до 266–303 мВ, то після збору врожаю ячменю ярого показники окисно-відновного потенціалу зростають за органо-мінеральної та мінеральної систем удобрення на фоні вапнування до 390–408 мВ. Очевидно, це пов'язане в першу чергу із пожвавленням біохімічної діяльності мікроорганізмів під конюшиною лучною, яка за умов достатнього зволоження продовжувала свій ріст і розвиток та в умовах достатньої кількості опадів і підвищеної температури повітря сформувала значну кількість зеленої маси.

### Висновки.

В умовах довготривалого стаціонарного дослідів окисно-відновні процеси характеризуються як помірно та слабо відновні за Хтрянном і тісно пов'язані із показником рН ґрунту. У варіантах контролю і систематичного мінерального удобрення за низьких значень  $pH_{KCl}$  4,26–4,28 показники окисно-відновного потенціалу є найвищими 323–338 мВ у період сходів, що пов'язане із впливом фактору ранньовесняного обробітку і пожвавленням газообміну за пригнічення мікробіологічних процесів зумовлених високою кислотністю ґрунтового розчину.

### Список використаної літератури

- Bohrerova Z., Stralkova R., Podesvova J., Bohrer G., Pokorny E. (2004) The relationship between redox potential and nitrification under different sequences of crop rotations. *Soil & Tillage Research*. 77. pp. 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.still.2003.10.006>
- Dayo-Olagbende O., Sanni K. O., Akingbola O. O., Ewulo B. S. (2022) Chemical Properties of Soil

На всіх варіантах дослідів у полі кукурудзи показники ОВП підвищуються від появи сходів до цвітіння та формування врожаю і знижуються до збору врожаю, особливо різко у варіантах контролю і мінеральної системи удобрення, що свідчить про посилення відновних процесів ґрунтового розчину за підвищення кислотності. У варіантах органо-мінеральної та мінеральної систем удобрення на фоні внесення оптимальної дози меліоранту розрахованої за рН-буферністю характер окисно-відновних процесів є помірно і слабо відновним та в меншій мірі піддається впливу екстремальних умов (підвищення температури та надмірної кількості опадів).



Характер динаміки ОВП у полі ячменю ярого зумовлений не тільки впливом систем удобрення, але й підсівною культурою конюшини лучної, яка за умов значної кількості опадів і підвищеної температури повітря активно вегетувала після збору ячменю. Тому лише у варіантах контролю та мінеральної систем удобрення окисно-відновні процеси характеризуються як помірно відновні. У решта варіантів характер окисно-відновних процесів за Хтрянном відноситься до слабо окисних і після збору врожаю ячменю ярого зростає до 390–408 мВ за рахунок пожвавлення біохімічної діяльності ризосферних мікроорганізмів під конюшиною лучною.

- under Different Redox Potentials. *ABUAD International Journal of Natural and Applied Sciences*. 2 (2). pp. 101–108. <https://doi.org/10.53982/ajnas.2022.0202.07-j>
- Havryshko O. S., Olifir Yu. M., Partyka T. V. (2020) Agrogenic changes in redox potential in the profile of light-gray forest surface-glazed soils of the Western Forest Steppe. *Visnyk ahrarnoi nauky*. №2

- (803). pp. 18 – 23. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-03> (In Ukrainian).
- Herbel M. J., Suarez D. L., Goldberg S., Gao S. Evaluation of Chemical Amendments for pH and Redox Stabilization in Aqueous Suspensions of Three California Soils. *Soil Science Society of America Journal*. 71(3). pp. 927-939. <https://doi.org/10.2136/sssaj2006.0209>
- Husson O., Husson B., Brunet A., Babre D., Alary K., Sarthou J.-P., Charpentier H., Durand M., Benada J., Henry M. (2016) Practical improvements in soil redox potential (Eh) measurement for characterisation of soil properties. Application for comparison of conventional and conservation agriculture cropping systems. *Analytica Chimica Acta*. 906. pp. 98–109. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2015.11.052>
- Husson O., Brunet A., Babre D., Charpentier H., Durand M., Sarthou J.-P. (2018) Conservation Agriculture systems alter the electrical characteristics (Eh, pH and EC) of four soil types in France. *Soil and Tillage Research*. 176. pp. 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.11.005>
- Husson O. (2013) Redox potential (Eh) and pH as drivers of soil / plant / microorganism systems: a transdisciplinary overview pointing to integrative opportunities for agronomy. *Plant and Soil*. 362. pp. 389–417 <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1429-7>
- DSTU ISO 11271:2004. Soil quality. Determination of redox potential. Field method. Effective from 01.05.2006. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2006. 18 p.
- Kirilchuk A. A., Bonishko O. S. (2011) Soil chemistry: basics of theory and practice: textbook. Lviv: Ivan Franko Lviv National University, 354 p. (In Ukrainian).
- Patent № 50067, Ukraine, IPC G01N 33/24. The method of potentiometric measurement of redox potential in soil: N.F. Cheshko, Yu.L. Tsapko; № u 2009 11887; 25.05.2010. Biuletен № 10. 6 p. (In Ukrainian).
- Sabiene N., Kusliene G., Zaleckas E. (2010) The influence of land use on soil organic carbon and nitrogen content and redox potential. *Zemdirbyste*. 97. P. 15–24.
- Smaga I. S., Cherlinka V. R., Dmytruk Yu. M. (2022) Agriculture. Factors of plant life and soil fertility. Chernivtsi: Chernivetskyi natsionalnyi universytet im. Yu. Fedkovycha, 128 p. (In Ukrainian).
- Tano B. F., Brou C. Y., Dossou-Yovo E. R., Saito K., Futakuchi K., Wopereis M. C. S., Husson O. (2020) Spatial and Temporal Variability of Soil Redox Potential, pH and Electrical Conductivity across a Toposequence in the Savanna of West Africa. *Agronomy*. 10(11). 1787. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111787>
- Tokarz E., Urban D. (2015) Soil redox potential and its impact on microorganisms and plants of wetlands. *Journal of Ecological Engineering*. 16(3). pp. 20–30. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/2801>
- Truskavetskyi R. S., Tsapko Yu. L. (2016) Fundamentals of soil fertility management. Kharkiv: FOP Brovin OV, 388 p. (In Ukrainian).
- Truskavetsky R., Zubkovska V., Khizhnyak I. (2020) Innovative models of management of soil fertility elements. *Visnyk LNAU : Ahronomiia*. №24. pp. 181–186. [doi.org/10.31734/agronomy2020.01.181](https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.181) (In Ukrainian).
- Rinklebe J. (2013) Soil Redox Potential and pH Controllers. In *Methods in Biogeochemistry of Wetlands* (eds R. DeLaune, K. Reddy, C. Richardson and J. Magonigal). <https://doi.org/10.2136/sssabookser10.c7>
- Włodarczyk T., Szarlip P., Kotowska U. (2007) Redox potential, nitrate content and pH in flooded Eutric Cambisol during nitrate reduction. *Research in Agricultural Engineering*. 53(1). pp. 20–28. DOI: 10.17221/2132-RA
- Zaryshniak A. S., Baliuk S.A., Lisovyi M. V. (Eds.) (2016) Stationary field test – trials of Ukraine. Kyiv: Agrarian Science. 145 p.

#### DYNAMICS OF REDOX POTENTIAL UNDER MAIZE AND SPRING BARLEY DURING LONG-TERM ANTHROPOGENIC LOADS OF LIGHT-GRAY FORESTAL SURFACE-GLEYED SOIL

Yurii OLIFIR, Anna HABRYEL, Oleh HAVRYSHKO, Tetiana PARTYKA, Nadiia KOZAK  
Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS

In the studies conducted in a long-term stationary experiment, it was established that organo-mineral and mineral fertilization systems on the background of liming by hydrolytic acidity increase indicators of redox potential compared to similar fertilization and liming systems by pH-buffering. However, in variants of applying doses of lime according to the pH-buffering model, redox processes are less affected by extreme weather conditions. At the same time, the character of oxidation-reduction processes is moderately and weakly reducing. The obtained results testify to the agro-ecological reasonableness and material expediency of calculating lime application doses on acidic soils of the Carpathian region using the pH-buffering model.

**Keywords:** acidity, liming, fertilizers, pH-buffering, redox reactions, crop rotation.

Отримано: 02.03.2023  
Погоджено до друку: 23.03.2023

© О. Л. Дубицький, О. Й. Качмар, А. О. Дубицька, О. В. Вавринович, 2023  
УДК 631.89:632.938;633.11

DOI: 10.32636/agrosience.2023-(2)-3-2

## ВПЛИВ БІОЛОГІЗОВАНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ХВОРОБ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЇЇ ПРОДУКТИВНІСТЬ

Олександр ДУБИЦЬКИЙ, кандидат біологічних наук,  
Оксана КАЧМАР, Ангеліна ДУБИЦЬКА, Оксана ВАВРИНОВИЧ, кандидати сільськогосподарських наук  
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівського р-ну, Львівської обл., 81115, Україна  
e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

Пшениця озима – важлива продовольча культура, потреба в зерні якої зростає з року в рік. Проблема підвищення врожайності та якості зерна пшениці стоїть надзвичайно гостро. В даний час відбувається залучення багатьох методів та заходів з метою удосконалення технологій вирощування цієї культури та подальшого захисту від шкідливих організмів та хвороб. До ефективних, доступних та значною мірою, екологічно безпечних належать агротехнічні підходи, зокрема застосування біологізованих систем удобрення. У статті наведено результати досліджень впливу біологізованих систем удобрення на розвиток найбільш поширених хвороб пшениці озимої та її продуктивність. Метою роботи було вивчити особливості впливу біологізованих систем удобрення на розвиток хвороб пшениці озимої та її врожайність. Для досягнення поставленої мети були проведені: облік розвитку основних хвороб пшениці озимої, аналіз елементів структури та рівні врожаю зазначеної культури. У період вегетації посіви пшениці озимої в найбільшій мірі уражались борошнистою росою (*Erysiphe graminis*), септоріозом листя (*Septoria tritici*) та кореневими гнилями (*Ophiobolus graminis* Dresh.). Встановлено, що застосування біологізованих систем удобрення на базі соломи гороху +  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та одночасне внесення біоефекторів (БС або БС + ГД) сприяли зростанню зернової продуктивності рослин пшениці озимої та погіршенню умов для розвитку хвороб, і отже, є перспективними з екологічної точки зору для отримання якісного зерна. Обробка посівів пшениці озимої хелатним добривом (ХД) обмежувала розвиток борошнистої роси та септоріозу рослин. Внесення підвищеної дози мінеральних добрив ( $N_{150}P_{120}K_{120}$ ) на фоні соломи гороху + ГД забезпечувало підвищення врожайності пшениці озимої та погіршення фітопатогенного стану агроценозу, а саме посилювало розвиток основних досліджуваних хвороб пшениці озимої. Для обмеження фітопатогенного навантаження на рослини цю “рецептуру” можна доопрацювати шляхом внесення хелатного добрива.

**Ключові слова:** пшениця озима, біологізовані системи удобрення, борошниста роса, септоріоз, коренева гниль, продуктивність.

### Вступ.

Проблема виробництва високоякісного зерна пшениці озимої в умовах виходу України на міжнародні зернові ринки має актуальне значення. Один із способів підвищення його якості є впровадження у виробництво високоєфективних конкурентноспроможних технологій вирощування цієї культури. Під час розроблення технологій вирощування пшениці озимої важливо виявити оптимальний режим живлення рослин, який дав би змогу сформувати задовільний фітосанітарний стан посівів та отримати хороший урожай зерна за умов обмеження використання пестицидів.

Реалізація потенційної продуктивності пшениці озимої часто обмежується розвитком фітозахворювань, серед яких найшкідливішими є борошниста роса, септоріозна плямистість, сажкові хвороби, а також кореневі гнилі (Topchii T. V. et al., 2014; Trybel S. O. et al., 2010; Vinnichuk T. S. et al., 2016; Retman S. V., 2008; Kriuchkova L. O., 2014).

Відповідно існують шляхи боротьби з хворобами, а саме, використання в першу чергу фунгіцидів, однак хімічний захист має недолік, оскільки в багатьох культур формується резистентність до відповідних хвороб (Kosylovych H. O., Zaiats P., 2009; Vinnichuk T. S. et al. 2005). Створення стійких сортів – визнаний у всьому світі

найефективніший, економічно обґрунтований шлях, однак він є непростий і дуже тривалий. Ефективним заходом може бути також оптимізація систем удобрення з урахуванням значного зменшення в останні десятиліття використання в Україні мінеральних добрив. Актуальним є створення композицій систем удобрення екологічного та біологізованого спрямування з метою покращення ефективності використання рослинами поживних речовин та підвищення рівня їх стійкості до хвороб (Sandetska N. V., Topchii T. V., 2014; Tsyhankova V. A. et al., 2013). Такі заходи можуть сприяти зростанню продуктивності пшениці озимої та якості зерна.

Певні дослідження в цьому напрямку ведуться, але вони є поодинокі та фрагментарні. Відомо, що добрива впливають на агроценоз пшениці озимої і є одним із важливих чинників, від яких залежить умови розвитку як рослин так і шкідливих організмів. Цей вплив проявляється в зміні мікроклімату в посіві, морфологічних особливостях рослин, зміщенні фенологічних фаз їх розвитку, що створює умови для коливання в досить широкому діапазоні рівнів розвитку хвороб або чисельності шкідників (Kosylovych H. O., Zaiats P., 2009; Smetanko O. V. et al., 2018; Vozhehova R. A., Kryvenko A. I., 2018).



Так, в умовах Центрального Лісостепу проаналізований вплив побічної продукції попередника (п. п.) та мінеральних добрив (різні дози) + п. п. на розвиток борошнистої роси, септоріозу листя.

З'ясовано, що у контрольному варіанті та за умов заорювання побічної продукції (біологічний варіант – солома гороху) рівень розвитку хвороб виявився найнижчим (Vinnichuk T. S. et al., 2016). Із збільшенням дози мінеральних добрив на фоні побічної продукції розвиток хвороб посилювався.

У сучасних умовах розвитку зерновиробництва особливої актуальності набуває комплексне використання мінеральних добрив на фоні соломи бобових як попередника пшениці озимої з новітніми елементами біологізації (гумусне добриво, хелатне добриво – ГД, ХД), інноваційні ріст стимулюючі препарати (БС) (Tsyhankova V. A. et al., 2013; Vozhehova R. A., Kryvenko A. I., 2018; Kryvenko A. I., 2016). Важливе значення має також розміщення пшениці озимої в сівозміні, від виду якої залежить величина врожаю та якості зерна (Smetanko O. V. et al., 2018).

Мета досліджень: Вивчити особливості впливу біологізованих систем удобрення на розвиток хвороб пшениці озимої та її врожайність.

### Матеріали і методи.

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

1. Контроль (без добрив)
2. Солома гороху
3. Солома гороху +  $N_{90}P_{60}K_{60}$
4. Солома гороху +  $N_{90}P_{60}K_{60}$  + БС
5. Солома гороху +  $N_{90}P_{60}K_{60}$  + БС + ГД
6. Солома гороху +  $N_{90}P_{60}K_{60}$  + ХД
7. Солома гороху +  $N_{150}P_{120}K_{120}$  + ГД

Вносили біоефектори, такі як: гумусне добриво та стимулятори росту. Гумусне добриво (ГД) – двічі за вегетацію в фазі весняного кушення та виходу в трубку в дозі 1,5 л/га. Гумусне добриво (блек-джек) – препарат нового покоління – має високу ефективність, на відміну від гуматів, які містять гумінові та фульвокислоти до окладу входять також ульмінові кислоти та гумін, які активні також в рослинах. Склад ГД: гумінові кислоти – 19-21%; фульвокислоти – 3-5%, загальна органічна речовина (в тому числі ульмінові кислоти та гумін – 27-30%). Препарат ефективний як в ґрунті так і корисний для

рослин. Для покращення гормональної регуляції росту озимих зернових, для послаблення стресових ситуацій використовували біостимулятор міллерплекс. Він містить натуральні цитокіни, гормональна стимуляція розвитку відбувається на клітинному рівні. Склад препарату такий: азот (амідна форма) – 3,0%; доступний фосфор ( $P_2O_5$ ) – 3%; калій ( $K_2O$ ) – 30% екстракт водоростей (*Ascophyllum nodosum*). До складу входять також амінокислоти, специфічні вуглеводи, які покращують імунну систему рослин а також мікроелементи в хелатованій формі. Використовували хелатне добриво (ХД) асортименту «Розалік» (Zn, P, N, S). Склад добрива: амідний азот – 3%, фосфор ( $P_2O_5$ ) – 19%, оксид сірки ( $SO_3$ ) 5,3%, цинк (Zn) в хелатній формі з ЕДТА (5,9%). Використовується на злакових культурах на стадіях вегетації: весняне кушення, вихід в трубку (2-3 л/га).

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, фосфору та калію відповідно – 10,5-11,3 та 8,4-9,0 мг/100 г ґрунту, вміст загального гумусу – 1,91-1,96%.

Моніторинг розвитку хвороб на пшениці озимій сорту Бенефіс проводили згідно із загальноприйнятими методами (Trybel S. O., 2001).

### Результати та обговорення.

Встановлено, що вплив біологізованих систем удобрення на розвиток основних хвороб пшениці озимої був неоднозначним.

Найпоширенішими хворобами, які виявились у посівах пшениці озимої були: борошниста роса (*Erysiphe graminis*), септоріозна плямистість листя (*Septoria tritici*) та кореневі гнилі, збудник *Ophiobolus graminis* Dresh.

Борошниста роса зустрічалась в посівах пшениці озимої в значній мірі. Ця хвороба інтенсивно уражає листки, листові піхви, стебла і навіть колоскові луски й остюки. За сильного розвитку хвороби зменшується кущистість, передчасно засихають листки і пагони, інколи спостерігається пустоколосість. В зерні зменшується вміст сирію клейковини, білка, крохмалю.

В результаті досліджень відзначено найнижчий рівень розвитку борошнистої роси в фазі колосіння в контрольному варіанті (вар. 1 – без добрив) – 5,6% (рис. 1) та у варіанті біологічного контролю (вар. 2 – заорана солома гороху) – 5,2%.

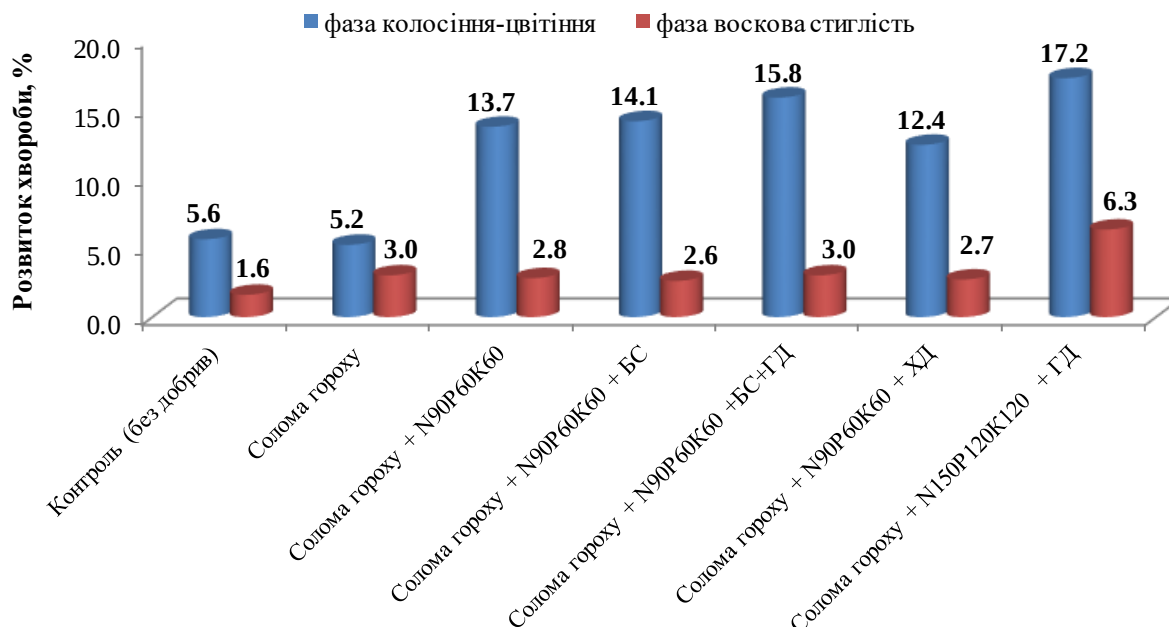


Рисунок 1. Розвиток борошнистої роси пшениці озимої за біологізованих систем удобрення

За умов внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{90}P_{60}K_{60}$  на фоні соломи гороху та додавання біостимулятора росту (БС), гумусного (ГД) або хелатного добрива (ХД), рівень розвитку хвороби піднявся і знаходився в межах 12,4-15,8%. Слід вказати на використання ХД в композиції системи удобрення (вар. 6) яка обмежила рівень розвитку хвороби, порівняно з варіантами 3, 4 та 5 на 1,3 – 3,4%. За внесення високої дози добрив ( $N_{150}P_{120}K_{120}$ ) на фоні соломи гороху + ГД виявлено позитивний вплив системи на ріст рослин пшениці озимої, однак відзначено посилення розвитку хвороби, який досягав 17,2%.

Посіви пшениці озимої, зокрема її листя уражались також септоріозом. В Україні септоріоз (ураження грибом *Septoria tritici* Rob. et Desm) ідентифікують повсюдно і щороку. Хвороба здатна розвиватись на всіх надземних органах протягом вегетації. Перші симптоми з'являються на сходах у вигляді бурих смуг, плям або побуріння колеоптіле. Хвороба від проростків поширюється на листки, де утворюються бурі плями неправильної форми з жовтуватою облямівкою. Листок, або частина його засихає, хвороба уражає колоскові луски, насіння.

Розвиток септоріозу у фазі колосіння пшениці озимої знаходився в межах 5,2-8,8% (рис. 2).

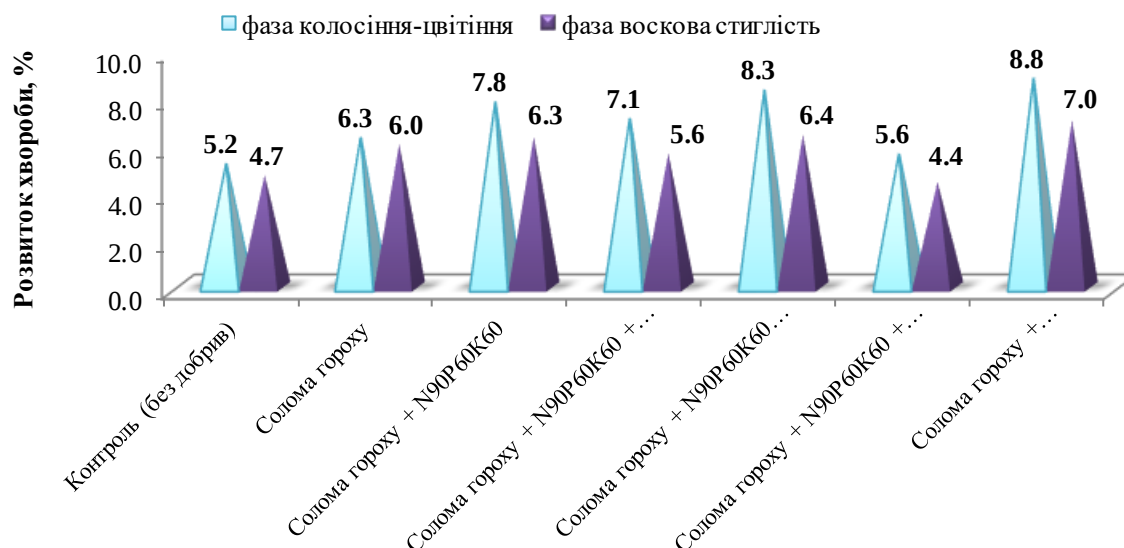


Рисунок 2. Розвиток септоріозу листя пшениці озимої за біологізованих систем удобрення



Найнижчий рівень розвитку хвороби відзначено за біологічного контролю (вар. 2) та контролю (без добрив) 5,2 та 6,3%. За умов внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{150}P_{120}K_{120}$  на фоні соломи гороху + ГД (вар. 7), розвиток септоріозу листя виявився найвищим (рис. 2). Альтернативні системи удобрення (вар. 3, 4, 5) обмежили розвиток хвороби (на 6-11%) порівняно з варіантом 7. Обробка рослин пшениці хелатним добривом на фоні соломи гороху +  $N_{90}P_{60}K_{60}$  сприяла зниженню розвитку хвороби, в порівнянні з варіантом максимального насичення мінеральними добривами (вар. 7) та варіантами 3, 4 та 5.

Встановлено, що із зростанням дози мінеральних добрив ураженість пшениці озимої кореневою гниллю підвищувалась. Від 4,7 та 3,2% (рівень розвитку хвороби у варіантах 1 та 2) до 8,6% у варіанті використання максимальної дози мінеральних добрив (вар. 7). Відзначено, що рівень розвитку кореневої гнилі за умов систем удобрень з оптимальною дозою мінеральних добрив ( $N_{90}P_{60}K_{60}$ ) та додаванням біоефекторів чи ХД (варіанти 3, 4, 5 та 6) знаходився у вузькому діапазоні 6,0-6,8%, що вказує на подібність ефекту впливу щодо розвитку даної хвороби (рис. 3).

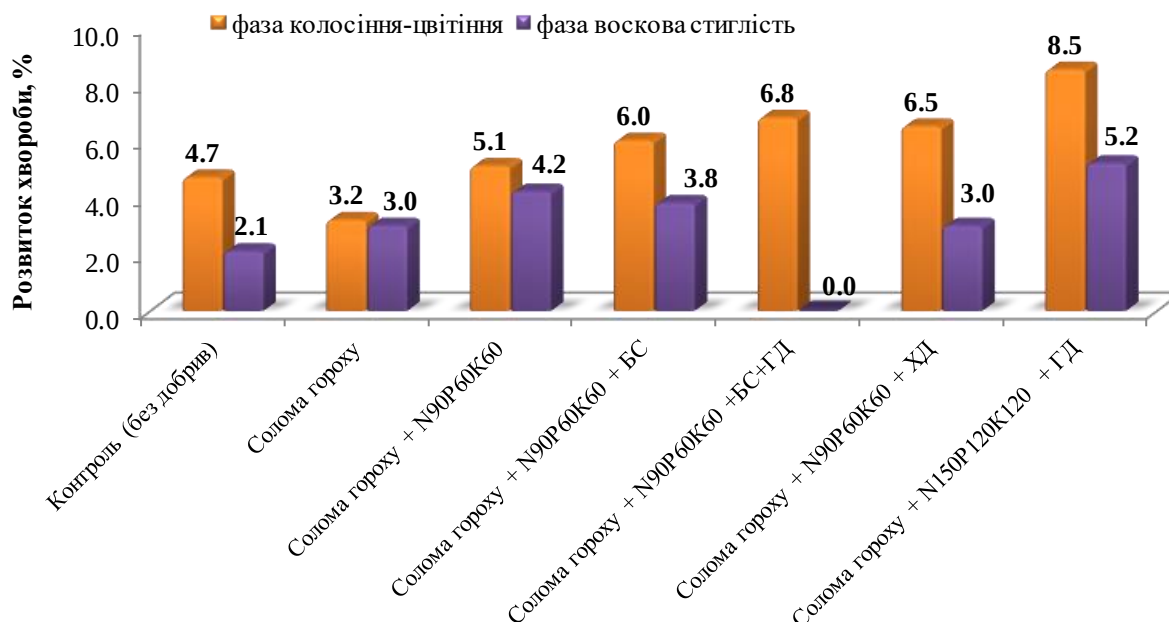


Рисунок 3. Розвиток корневих гнилей пшениці озимої за біологізованих систем удобрення

Таким чином рівень розвитку хвороб пшениці озимої, а саме борошнистої роси, септоріозу та корневих гнилей посилювався за умов збільшення дози мінеральних добрив порівняно з контролем.

В той же час позакореневе внесення хелатного добрива у варіанті 6 дещо обмежило рівень розвитку борошнистої роси та септоріозу, що вказує на підвищення стійкості рослин до вказаних фітопатогенів за відповідних умов.

Визначено, що біологізовані системи удобрення позитивно впливають на елементи структури врожаю. Як підтвердили отримані дані у варіантах 3-7 збільшувалась маса 1000 зерен на 8,0-14,0 г, щодо біологічного контролю, відповідно урожай був вищий на 1,97-2,99 т/га. Найнижча урожайність 2,81 т/га була за умов контролю без добрив (табл.).

Таблиця. Елементи продуктивності та врожайність пшениці озимої за біологізованих систем удобрення

| № вар. | Системи удобрення                              | Озерненість колоса, шт | Маса 1000 зерен, г | Урожай, т/га |
|--------|------------------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------|
| 1      | Контроль (без добрив)                          | 26,0                   | 28,2               | 2,81         |
| 2      | Солома гороху                                  | 26,8                   | 30,1               | 2,96         |
| 3      | Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$           | 34,3                   | 36,2               | 4,78         |
| 4      | Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС      | 35,1                   | 37,8               | 4,95         |
| 5      | Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД | 36,3                   | 38,2               | 5,19         |
| 6      | Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД      | 36,9                   | 40,5               | 5,31         |
| 7      | Солома гороху + $N_{150}P_{120}K_{120}$ + ГД   | 38,2                   | 42,2               | 5,80         |
|        | $НР_{0,5}$                                     | 2,2                    | 2,6                | 1,72         |

У варіантах із сумісним застосуванням соломи +  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та внесенням біоефекторів (вар. 4 та 5) відзначено підвищення врожаю пшениці озимої в порівнянні до вар. 3 на 0,17 та 0,41 т/га. Більш ефективним виявилось додаткове позакореневе внесення ХД (вар. 6), збільшилась озерненість



колосу та маса 1000 зерен, відповідно врожайність зерна у цьому варіанті збільшилась на 0,53 т/га в порівнянні з варіантом 3. Вірогідне найбільше зростання елементів продуктивності (маса 1000

зерен та озерненість колосу) забезпечило відповідно підвищення врожаю пшениці у варіанті 7 із застосуванням композиції (солома гороху +  $N_{150}P_{120}K_{120}$  + ГД) до рівня 5,80 т/га.

Отже за результатами досліджень з'ясовано, що застосування біологізованих систем удобрення на базі соломи гороху з включенням біоефекторів чи хелатного добрива сприяє поліпшенню елементів структури врожаю та підвищенню продуктивності пшениці озимої.

#### Висновки.

В результаті досліджень з'ясовано, що перспективним може бути використання елементів біологізації за вирощування пшениці озимої на фоні соломи гороху +  $N_{90}P_{60}K_{60}$  для підвищення її врожайності та нормалізації фітопатогенного навантаження.

Обробка посівів пшениці хелатним добривом на згаданому фоні обмежує розвиток борошнистої роси та септоріозу.

Внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{150}P_{120}K_{120}$  на фоні соломи гороху + ГД дає можливість отримати вищий врожай зерна пшениці озимої, але при цьому погіршується фітосанітарний стан посівів.

#### Список використаної літератури.

- Kosylovych H. O., Zaiats P. (2009). Application of fungicides against the most common diseases of winter wheat. *Bulletin of the Lviv National Agrarian University. Agronomy*. No 13. P. 158-163. (In Ukrainian).
- Kriuchkova L. O., Hrytsiuk N. V. (2014). Root rotten winter wheat - distribution in the Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*. No 2. P. 9-12. (In Ukrainian). <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/419>
- Kryvenko A. I. (2016). Influence of biologized cultivation technologies on the quality of winter wheat grain when grown in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Irrigated Agriculture*. Issue 67. P. 127-131. (In Ukrainian).
- Omeliuta V. P., Hryhorovych I. V., Chaban V. S. (1986). Accounting for pests and diseases of agricultural crops; under the editorship of V. P. Omeliuta, Kyiv: Crop. 296 p. (In Ukrainian).
- Retman S. V. (2008). Phytopathogenic complex of winter wheat in the Forest-Steppe of Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*. No 4. P. 5. (In Ukrainian).
- Sandetska N. V., Topchii T. V. (2014). The effectiveness of the combined use of fungicides and foliar treatment with fertilizers in the protection of winter wheat from fungal diseases. *Plant Physiology and Genetics*. V. 46. No 2. P. 171-179. (In Ukrainian). <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789159405>
- Smetanko O. V., Burykina S. I., Kryvenko A. I. (2018). Influence of elements of biologization of winter

- wheat cultivation on various backgrounds of mineral nutrition under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Agricultural Science*. No 8. P. 33-37. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-05>
- Topchii T. V., Pochynok V. M., Morhun B. V. (2014). Resistance of winter wheat lines created by remote hybridization to a complex of diseases and pests. *Plant Physiology and Genetics*. V. 46, No 3. P. 230-235. (In Ukrainian). <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/159430>
- Trybel S. O., Hetman M. V., Stryhun O. O., Kovalyshyna H. M., Andriushchenko A. V. (2010). Methodology for evaluating the resistance of wheat varieties against pests and disease pathogens; under the editorship of doctor of Agricultural Sciences, Professor S. O. Trybel, Kyiv: Cycle. 392 p. (In Ukrainian).
- Trybel S. O., Siharova D. D., Sekun M. P., Ivashchenko O. O. (2001). Methods of testing and applying pesticides; under the editorship of S.O. Trybel, Kyiv: World. 428 p. (In Ukrainian).
- Tsyhankova V. A., Andrushevych Ya. V., Babaiants O. V., Ponomarenko S. P., Medkov A. I., Halkin A. P. (2013). Increasing plant immunity to pathogenic fungi, pests and nematodes by growth regulators. *Plant Physiology and Genetics*. V. 45. No 2. P. 138-147. (In Ukrainian). [http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR\\_2013\\_45\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2013_45_2_7)
- Vinnichuk T. S., Parminska L. M., Havryliuk N. M. (2016). Protection of winter wheat from diseases and pests under different fertilizer systems. *Bulletin of*

Agricultural Science. V. 94, No 9. P. 30-34. (In Ukrainian).  
<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201609-05>  
Vinnichuk T. S., Svydyniuk I. M. (2005). Infection of winter wheat with diseases depending on fertilizer systems under modern growing technologies. Agriculture. Issue 77. P. 60-65. (In Ukrainian).

Vozhehova R. A., Kryvenko A. I. (2018). The effectiveness of the use of various fertilizer systems in the cultivation of winter wheat, depending on predecessors and weather conditions. Irrigated Agriculture. Issue 70. P. 59-63. (In Ukrainian).

## THE INFLUENCE OF BIOLOGIZED FERTILIZER SYSTEMS ON THE DEVELOPMENT OF THE MAIN DISEASES OF WINTER WHEAT AND ITS PRODUCTIVITY

Oleksandr DUBYTSKYI, Oksana KACHMAR, Anhelina DUBYTSKA, Oksana VAVRYNOVYCH  
Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Winter wheat is an important food crop, the demand for grain of which is growing from year to year. The problem of increasing the yield and quality of wheat grain is very acute. Currently, many methods and preventions are being involved in order to improve the technologies for growing this crop and further protection against harmful organisms, in particular, diseases. Efficient, affordable and largely environmentally friendly among these include agrotechnical approaches, in particular the use of biologized fertilizer systems.

The article presents the results of studies of the influence of biologized fertilizer systems on the development of the most common diseases of winter wheat and its productivity. The purpose of the work was to study the features of the influence of biologized fertilizer systems on the development of winter wheat diseases and its yield. To achieve this, the following were carried out: accounting of the development of the main diseases of winter wheat, analysis of the elements of the structure and levels of the yield of specified crop. During the growing season, winter wheat crops were most affected by powdery mildew (*Erysiphe graminis*), leaf septoria (*Septoria tritici*) and root decay *Ophiobolus graminis* Dresh.

It has been established, that the use of biologized fertilizer systems based on pea straw +  $N_{90}P_{60}K_{60}$  and the simultaneous apply of bioeffectors (BS or BS + HF) contributed to the increase of the grain productivity of winter wheat plants and the deterioration of conditions for the development of diseases, and therefore they are promising from an ecological point of view. Treatment of winter wheat crops with chelated fertilizer (CF) limited the development of powdery mildew and plant septoria.

The application of an increased dose of mineral fertilizers ( $N_{150}P_{120}K_{120}$ ) on the background of pea straw + HF provided an increase in the yield of winter wheat and a deterioration in the phytopathogenic state of agrocenosis, namely, it increased the development of the main studied diseases of winter wheat. To limit the phytopathogenic load on plants, this "recipe" can be improved by applying a chelated fertilizer.

**Keywords:** winter wheat, biologized fertilizer systems, powdery mildew, septoria, root decay, productivity.

Отримано: 05.09.2023

Погоджено до друку: 12.09.2023

## Новини Інституту

13.09.2023 р. в малій актовій залі Інституті сільськогосподарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України на засіданні разової спеціалізованої вченої ради під головуванням доктора сільськогосподарських наук, старшого наукового співробітника, головного наукового співробітника відділу селекції сільськогосподарських культур ІСГКР, Волощук Олександри Петрівни була прийнята до розгляду дисертація Ковалю Антона Вікторовича на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 20 "Аграрні науки та продовольство" за спеціальністю 201 "Агрономія" та проведений її захист.

Тема дисертації: «Продуктивність картоплі в залежності від впливу агротехнологічних чинників в умовах Західного Лісостепу України». До складу ради входили зокрема: рецензенти (кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник Вавринович Оксана Володимирівна (провідний науковий співробітник відділу землеробства та відтворення родючості ґрунтів Інституту сільськогосподарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України та кандидат сільськогосподарських наук Рудавська Наталя Миколаївна (завідувача відділу технологій в рослинництві Інституту сільськогосподарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України), офіційні опоненти (доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник Шувар Антін Михайлович (завідувач кафедри агробіотехнологій Західноукраїнського національного університету та доктор сільськогосподарських наук, професор М'ялковський Руслан Олександрович (завідувач кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»). Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник Ільчук Роман Васильович.

**ВПЛИВ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ НА ПРОТІЕРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ ҐРУНТІВ**Степан БЕГЕЙ<sup>1</sup>, Тарас МАРЦІНКО<sup>1</sup>, Тамара ШЕВЧЕНКО<sup>2</sup>, кандидати сільськогосподарських наукНаталія КАРАСЕВИЧ<sup>1</sup>, науковий співробітник<sup>1</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с.Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115, Україна<sup>2</sup>Апарат Президії Національної академії аграрних наук України  
вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, м. Київ, 01010, Україна  
e-mail: begey100357@gmail.com

Створення сіяних травостоїв на ерозійно небезпечних землях забезпечує покращення агрофізичних властивостей ґрунту, стримування деградаційних процесів і сприяє підвищенню їх сталості. Дослідження впливу агрофітоценозів на протієрозійну стійкість ґрунтів закладено літнім строком посіву в 2020 році на схилі (3–8°) Передкарпатського відділу наукових досліджень ІСГКР НААН. Мета – визначення впливу різнокомпонентних багаторічних травосумішок на протієрозійну стійкість слабо – та середньозмитих дерново-підзолистих ґрунтів. На основі отриманих результатів досліджень встановлено, що вищі запаси продуктивної вологи, вищу загальну шпаруватість, вміст повітряно-сухих агрономічно цінних агрегатів, кількість водотривких агрегатів на слабозмитих та середньозмитих ґрунтах відмічено під 7–12-компонентними травосумішками порівняно з трикомпонентною травосумішкою. Змив ґрунту становив 0,55–0,75 м<sup>3</sup> на слабозмитих і 0,85–1,40 м<sup>3</sup> на середньозмитих ґрунтах. Відмічено, що ерозійний процес має зворотню залежність до щільності травостою.

**Ключові слова:** схилі землі, травосумішки, щільність травостою, агрофізичні властивості ґрунту, ерозія.

**Вступ.**

Агроландшафти, як екологічно спрощені ландшафтні структури є нестійкими до деградаційних процесів. У своїх працях В. Медведєв із співробітниками (ННЦ «Інститут агрохімії і ґрунтознавства ім. О. Н. Соколовського»), Ю. Малиновський (Український національний університет біоресурсів і природокористування), І. Куш (Львівська національна академія аграрного виробництва), О. Качмар (Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН) тощо, вважають, що найбільш поширеними деградаційними процесами ґрунтового покриву України є ерозія, агрофізична деградація та інші, що призводять до погіршення не тільки екологічного стану ґрунтів, зниження їх родючості, продуктивності сільськогосподарських культур та якості продукції, але й агросфери в цілому.

Найбільш потужним чинником дестабілізації екологічного стану агроландшафтів, зниження родючості ґрунтів є ерозія. Темпи втрат ґрунту не повинні перевищувати темпів його утворення. Під гранично допустимою ерозією (ГДЕ) слід розуміти такі втрати ґрунту за рік, які можуть бути відновлені завдяки ґрунтоутворенню за цей же час. Ці величини вважаються як норма ерозії. В умовах природних зон України ГДЕ для дерново-підзолистих і сірих опідзолистих ґрунтів прийнято 1 т/га.

Серед показників фізичного стану ґрунту на сталість агросистем найбільший вплив мають щільність складення та його агрегатний склад. Від зміни цих показників істотно змінюються умови аерації і водний режим. Неприятливі фізичні чинники (вологість, ущільнення ґрунту, структура ґрунту, недостатня аерація, тощо) лімітують урожай жорсткіше, ніж нестача елементів живлення рослин.



Тому, агрофізична характеристика ґрунту є важливою складовою частиною теоретичного обґрунтування всіх основних заходів землеробства, оскільки їхнім головним завданням є створення сприятливих фізичних умов у ґрунтах для потреб культурних рослин. Тільки оптимальні фізичні умови, що поєднуються з достатньою кількістю елементів живлення рослин, забезпечують максимальну продуктивність агрофітоценозів (Truskavets'kyi R. S., 2016; Poliovyi A. M., 2017).

Відновлення родючості малопродуктивних земель включає обмеження або зняття факторів, що спричиняють деградацію ґрунтів, відтворення їх стійкості і родючості з наступним поверненням до сільськогосподарського виробництва або ж виведення до рекреаційного фонду (Tarariko O. N., Moskalenko O. V., 2002). Тому землі, які стали ерозійно небезпечними, виводять із категорії орних і засівають лучними рослинами. Найкращим способом створення високоякісних і продуктивних травостоїв є сівба багаторічних бобово-злакових травосумішок (Bohovin A. V. et al., 2012). За даними Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, бобово-злакові травостої за продуктивністю і збором протеїну в 8–10 разів

перевищують природні. Потенціал травосумішок може бути реалізований тільки тоді, якщо для сівби будуть підібрані трави, які краще ростуть і розвиваються в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, тому підбір травосумішок для різного ступеня еродованих ґрунтів потрібно проводити з використанням нових районованих сортів трав (Panakhyd H. Ya., 2022).

Метою досліджень було встановити вплив різнокомпонентних багаторічних травосумішок на агрофізичні властивості (щільності складення, вологості, загальної пористості, структури) та

протиерозійну стійкість ґрунту в умовах Передкарпаття.

### Матеріали і методи.

Дослідження проводили на слабо- та середньозмитих дерново-підзолистих поверхнево-оглєсєних середнь-суглинкових ґрунтах зі схилом 3-8° у Передкарпатському відділі наукових досліджень ІСГ Карпатського регіону НААН. Об'єктом досліджень обраний агроценоз із шести різнокомпонентних багаторічних травосумішок.

Схема дослідю

| №<br>п/п | Травосумішки           |                       |                 | млн. шт. на 1 га | компоненти<br>травосумішки, % |
|----------|------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
|          | назва                  | видовий склад         | сорт            |                  |                               |
| 1        | трово-<br>сумішка<br>1 | Пажитниця багаторічна | Осип            | 4,09             | 50                            |
| 2        |                        | Тимофіївка лучна      | Підгірянка      | 10,00            |                               |
| 3        |                        | Конюшина лучна        | Трускавчанка    | 7,56             | 50                            |
| сума     |                        |                       |                 | 21,59            | 100                           |
| 4        | трово-<br>сумішка<br>2 | Пажитниця багаторічна | Осип            | 4,09             | 50                            |
| 5        |                        | Тимофіївка лучна      | Підгірянка      | 10,00            |                               |
| 6        |                        | Конюшина лучна        | Трускавчанка    | 3,45             | 50                            |
| 7        |                        | Конюшина гібридна     | Придністровська | 5,30             |                               |
| 8        |                        | Лядвенець рогатий     | Аякс            | 3,20             |                               |
| сума     |                        |                       |                 | 26,04            | 100                           |
| 9        | трово-<br>сумішка<br>3 | Пажитниця багаторічна | Осип            | 2,27             | 50                            |
| 10       |                        | Тимофіївка лучна      | Підгірянка      | 6,70             |                               |
| 11       |                        | Костриця лучна        | Діброва         | 3,33             |                               |
| 12       |                        | Конюшина лучна        | Трускавчанка    | 3,50             | 50                            |
| 13       |                        | Конюшина гібридна     | Придністровська | 5,30             |                               |
| 14       |                        | Лядвенець рогатий     | Аякс            | 3,20             |                               |
| сума     |                        |                       |                 | 24,30            | 100                           |
| 15       | трово-<br>сумішка<br>4 | Пажитниця багаторічна | Осип            | 2,05             | 50                            |
| 16       |                        | Тимофіївка лучна      | Підгірянка      | 5,83             |                               |
| 17       |                        | Стоколос безостий     | Карпатський     | 1,94             |                               |
| 18       |                        | Конюшина лучна        | Трускавчанка    | 3,50             | 50                            |
| 19       |                        | Конюшина гібридна     | Придністровська | 5,30             |                               |
| 20       |                        | Лядвенець рогатий     | Аякс            | 3,20             |                               |
| сума     |                        |                       |                 | 21,82            | 100                           |
| 21       | трово-<br>сумішка<br>5 | Пажитниця багаторічна | Осип            | 1,82             | 50                            |
| 22       |                        | Тимофіївка лучна      | Підгірянка      | 5,00             |                               |
| 23       |                        | Костриця лучна        | Діброва         | 2,22             |                               |
| 24       |                        | Стоколос безостий     | Карпатський     | 1,11             | 50                            |
| 25       |                        | Конюшина лучна        | Трускавчанка    | 3,50             |                               |
| 26       |                        | Конюшина гібридна     | Придністровська | 5,30             |                               |
| 27       |                        | Лядвенець рогатий     | Аякс            | 3,20             |                               |
| сума     |                        |                       |                 | 22,15            | 100                           |
| 28       | трово-<br>сумішка<br>6 | Пажитниця багаторічна | Осип            | 1,36             | 50                            |
| 29       |                        | Тимофіївка лучна      | Підгірянка      | 3,33             |                               |
| 30       |                        | Костриця лучна        | Діброва         | 1,67             |                               |
| 31       |                        | Стоколос безостий     | Карпатський     | 0,83             |                               |
| 32       |                        | Грястиця збірна       | Марічка         | 1,00             |                               |
| 33       |                        | Мітлиця біла          | Галичанка       | 4,50             | 50                            |
| 34       |                        | Тонконіг лучний       | Баллін          | 3,33             |                               |
| 35       |                        | Костриця червона      | Говерла         | 0,91             |                               |
| 36       |                        | Конюшина лучна        | Трускавчанка    | 3,00             |                               |
| 37       |                        | Конюшина гібридна     | Придністровська | 4,00             |                               |
| 38       | Конюшина повзуча       | Східничанка           | 5,00            | 50               |                               |
| 39       | Лядвенець рогатий      | Аякс                  | 2,50            |                  |                               |
| сума     |                        |                       |                 | 31,43            | 100                           |

Предмет досліджень – агрофізичні властивості та протиерозійна стійкість ґрунту під різними травосумішками. Агрофізичні властивості ґрунту визначали за такими методиками: щільність складення — методом ріжучого кільця, пошарово через кожні 10 см до глибини 30 см (ДСТУ ISO 11272–2001). Загальну пористість обчислювали співвідношенням щільності складення ґрунту і щільності твердої фази, польову вологість – термоваговим методом, відбір зразків ґрунту – через 10 см на глибину 30 см (ДСТУ ISO 11465:2001). Зразки ґрунту відбирали при відновленні вегетації (весною) та перед першим і другим укосами травосумішок. Аналіз кореляційних залежностей було визначено за допомогою статистичних інструментів програми для ОС Windows (Microsoft Excel, 2003).

### Результати та обговорення.

Обсяг сільськогосподарського виробництва залежить від рівня культури землеробства та ресурсів клімату і погоди (Tarariko O. H. et al., 2019; Poliovyi A. M. et al., 2012).

Передкарпаття – фізико-географічна область, розташована між південно-західним краєм Руської платформи (Подільська височина) і північно-східними схилами Українських Карпат. У зональному відношенні Передкарпаття є нижнім поясом (зоною) Карпат, яке характеризується типовим для цього поясу лучно-лісовим, частково лучно-лісостеповим ландшафтом з чергуванням у напрямку простягання Карпат лісистих межиріч з дерново-підзолистими ґрунтами і лучних понижень (долини і улоговини) з лучними глейовими опідзоленими ґрунтами.

Кліматичні умови Передкарпаття достатні для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур. Тривалість безморозного вегетаційного періоду 175 – 205 днів, сума активних температур + 10 °C – 2220 – 2734 °C, сума опадів 640 – 808 мм. Клімат – помірно-континентальний. Однак, вітри з Атлантики приносять на цю територію велику кількість опадів і швидко зміню погоди. На теплий період року припадає біля 70 % опадів. Найбільш вологими місяцями за багаторічними даними є літні, коли випадає біля 44 % річної норми, що призводить до перезволоження ґрунту і його оглеєння, а зливовий характер опадів – до ерозійних процесів.

Погодні умови в роки досліджень (2021 – 2022) були сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур. Так, сума опадів за вегетаційний період квітень–вересень) становила 440–522 мм (середнє багаторічне значення за цей період – 533 мм). Однак температура повітря була на 5,4–11,0 % вищою за середньобогаторічну.

Створення стійких агрофітоценозів високої продуктивності базується на вивченні взаємного впливу травостоїв та середовища, зокрема на водно-фізичних властивостях ґрунту (Dehodyuk E. H., 2015).

В середньому за 2021–2022 роки на початок відновлення вегетації вологість в шарі ґрунту 0–30 см на слабозмитих ґрунтах становила 16,4–16,8 %, на середньозмитих 18,5–18,7 % і була нижчою на простій (трикомпонентній) травосумішці 1 (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна). Запаси продуктивної вологи під багаторічними бобово–злаковими травосумішками, як на слабозмитих так і на середньозмитих ґрунтах, були нижчими під трикомпонентною травосумішкою 1 (на 1,4–4,5% та 0,1–2,3%).

Об'ємна маса, в шарі ґрунту 0–10 см, на слабозмитих ґрунтах становила 1,22–1,24 г/см<sup>3</sup>, на середньозмитих 1,23–1,25 г/см<sup>3</sup>, в шарі 10–20 см – 1,30–1,31 г/см<sup>3</sup> та 1,32–1,33 г/см<sup>3</sup>, в шарі 20–30 см – 1,41–1,44 г/см<sup>3</sup> та 1,43–1,45 г/см<sup>3</sup>. Слід відмітити, що в шарі ґрунту 0–10 см під 7–12-компонентними травосумішками об'ємна маса була нижчою на 0,01–0,02 г/см<sup>3</sup> порівняно з трикомпонентною травосумішкою.

Після 1 укосу, в шарі ґрунту 0–30 см, запаси продуктивної вологи становили на слабозмитих ґрунтах 24,5–27,0 мм, на середньозмитих 29,2–30,7 мм. Причому, вищі запаси продуктивної вологи (на 0,8–10,2 % на слабозмитих та на 0,7–5,1 на середньозмитих ґрунтах) відмічені на 5–12-компонентних травосумішках порівняно з простою трикомпонентною травосумішкою 1. Об'ємна маса в шарі ґрунту 0–10 см на слабозмитих ґрунтах становила 1,23–1,24 г/см<sup>3</sup>, на середньозмитих 1,24–1,27 г/см<sup>3</sup>, в шарі 10–20 см – 1,33–1,35 г/см<sup>3</sup> та 1,34–1,37 г/см<sup>3</sup>, в шарі 20–30 см – 1,41–1,43 г/см<sup>3</sup> та 1,44–1,45 г/см<sup>3</sup>.

На слабозмитих ґрунтах вологість в шарі ґрунту 0–30 см після другого укосу становила 19,0–19,6 %, на середньозмитих – 20,9–21,0 %, запаси продуктивної вологи – 47,2–49,7 мм та 55,3–57,4 мм відповідно. Залежності змін вологості ґрунту від кількості компонентів у багаторічних бобово–злакових травосумішках не відмічено. Об'ємна маса в шарі ґрунту 0–10 см на слабозмитих ґрунтах становила 1,26–1,27 г/см<sup>3</sup>, в шарі 10–20 см – 1,34–1,35 г/см<sup>3</sup>, в шарі 20–30 см – 1,46–1,48 г/см<sup>3</sup>, на середньозмитих – 1,29–1,30; 1,40–1,43 та 1,50–1,51 г/см<sup>3</sup>.

Шпаруватість – важлива властивість ґрунту, яка характеризує сумарний обсяг усіх пор і проміжків між частинками твердої фази ґрунту. Коли відома загальна шпаруватість ґрунту і його вологість, можливо розрахувати шпаруватість аерації, або повітроємність, що виражається в об'ємних відсотках. Повітроємність ґрунтів визначається відносним об'ємом вільних від вологи пор. Вважається, що оптимальні умови аерації мінеральних ґрунтів забезпечуються при вмісті ґрунтового повітря на рівні 20–40%. При падінні повітроємності нижче 15% газообмін між атмосферою і ґрунтом розглядається як незадовільний (Arion O. V. et al., 2021).

Загальна шпаруватість на слабозмитих та середньозмитих ґрунтах впродовж вегетаційного

періоду була задовільною (47,2–49,1 % на слабозмитих та 46,3–48,9 % на середньозмитих) під всіма травосумішками, а повітряємність ґрунту оптимальною.

Структура є важливою морфологічною ознакою, основною фізичною та агрофізичною характеристикою ґрунту. Агрономічно цінною є така структура, яка складається з макроагрегатів розміром від 0,25 до 10 мм і забезпечує родючість ґрунту. За даними сухого просіювання дають кількісну характеристику ґрунту (вміст макроагрегатів) і обчислюють коефіцієнт структурності – К. Чим вище К, тим ґрунт краще оструктурений. Результати структурного аналізу шару ґрунту 0–10 см показали, що вміст агрономічно цінних агрегатів становив 74,2–78,1%, а коефіцієнт структурності (К) на слабозмитих ґрунтах становив 3,09–3,70, а на середньозмитих 72,2–75,0 % та 2,90–3,30 і був вищий під 7 та 12-компонентними травосумішками 5 і 6.

На кількість водотривких агрегатів в шарі ґрунту 0–10 см під різнокомпонентними травосумішками мали вплив вологість ґрунту та щільність травостою. Так, вміст водотривких агрегатів на слабозмитому ґрунті становив 45,5–47,0 % і був вищий на 2,8–3,3 % під 7–12-компонентними травосумішками порівняно до трикомпонентної

травосумішки (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна). На середньозмитих ґрунтах відмічена подібна закономірність. Вміст водотривких агрегатів під 7–12-компонентними травосумішками становив 43,4–46,9 % і був вищий на 5,5 – 8,1 % порівняно до трикомпонентної травосумішки (пажитниця багаторічна, тимофіївка лучна, конюшина лучна).

Отже, структурний стан шару ґрунту 0–10 см за вмістом повітряносухих агрономічно цінних агрегатів (0,25–10 мм) згідно шкали оцінки за С. І. Долговим, П. У. Бахтіним, як на слабозмитих (74,2–78,1 %) так і на середньозмитих (72,2–75,0 %) добрий, а по кількості водотривких агрегатів (45,5–47,0 та 43,4–46,9 %) – задовільний. Слід відмітити, що вищі показники як на слабозмитих так і на середньозмитих в шарі ґрунту 0–10 см отримано під 7–12-компонентними травосумішками (рис. 1).

Зображення на графіку вказують, що як і в перший рік так і на другий рік використання травосумішок вища водостійкість ґрунтових агрегатів та коефіцієнт структурності ґрунту відмічено під складними 7–12-компонентними травосумішками 5 і 6, тоді як під трикомпонентною травосумішкою найнижча. Залежність водостійкості ґрунтових агрегатів (y) під різнокомпонентними травосумішками (x) описується рівнянням  $y = 0,3457x + 46,973$ . Коефіцієнт 0,3457 вказує наскільки із збільшенням компонентів в травосумішках зростає водостійкість ґрунтових агрегатів. Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 0,5829, що означає, що 58,29% варіації водостійкості ґрунтових агрегатів можна пояснити змінами компонентів в травосумішках. Решта варіації може бути пояснена іншими факторами, які не враховуються в даному рівнянні.

Залежність коефіцієнта структурності ґрунту (y) від складу травосумішок (x) описується рівнянням  $y = 0,0817x + 3,124$  і вказує на те, що із збільшенням компонентів в травосумішках структурність ґрунту зростає ( $R^2 = 0,6378$ ).

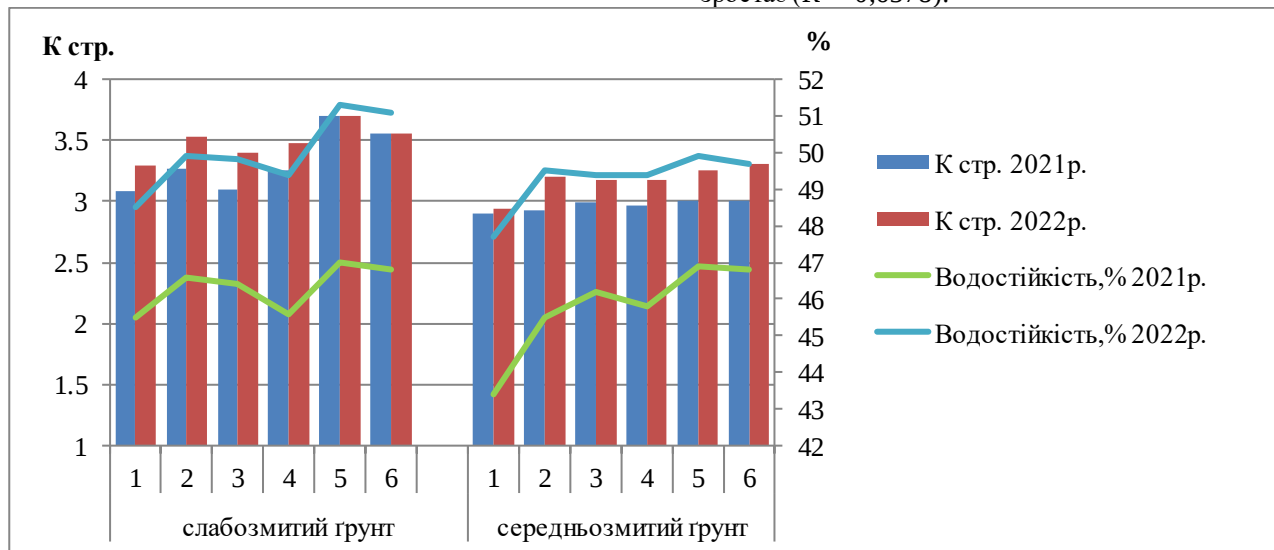


Рисунок 1. Вміст агрономічно цінних та водотривких агрегатів, коефіцієнт структурності ґрунту під різнокомпонентними травосумішками

Протирозійна стійкість ґрунту зумовлюється насамперед його фізичними властивостями: структурним станом (наявністю і водостійкістю структурних агрегатів), щільністю (Lahutenko O. T., 2012).

Найбільш поширений метод визначення величини ерозії – вимірювання обсягів змитого ґрунту через визначення розмірів струмкових водомий, що утворилися після зливи або танення снігу. Такий метод визначається як метод водоріїв. На ділянках визначаються перетини водоріїв, обраховується їх обсяг, який потім перераховується в м<sup>3</sup> або в тони на гектар (Svitlychnyi O. O., Chornyi S. H., 2007).

На основі проведених спостережень встановлено, що в 2021 році висота снігового покриву в першій декаді лютого становила 27–33 см, однак вже в березні внаслідок нестійкої погоди вона становила 1–3 см. Розмиву ґрунту не спостерігалося. Впродовж вегетаційного періоду значні опади відмічені 30 травня – 22,1 мм, 13–14 червня – 19,8 та 27,1 мм, та зливові опади 24 серпня – 48,4 мм. Відмічені опади не спричинили утворення водоріїв, на що, очевидно, вплинули сформовані на той час травостої.

В 2022 році висота снігового покриву в лютому – березні була незначною (1–3 см) і розмиву ґрунту не спостерігалося. Впродовж вегетаційного періоду значні опади відмічені 1 квітня – 15,6 мм, 24 липня – 16,7 мм, 31 липня – 17,7 мм, 17 серпня – 26,4 мм, 22 і 23 серпня – 12,9 і 19,0 мм. Внаслідок цих опадів утворення водоріїв під травосумішками не спостерігалося.

Водна ерозія – це процес не тільки руйнування,

але й перенос та відкладення (аккумуляцію) ґрунту, що переноситься. Інтенсивність його змивання з верхньої частини схилу і намівання в нижній визначали за методом мікронівелювання. Суть полягає у повторних вимірюваннях мікрорельєфу



поверхні схилів у закріплених реперами місцях. В досліджуваних травосумішках встановили дві пари реперів (на слабозмитій та середньозмитій частині схилу). Зміни у мікроформах показують як відбуваються процеси, а їхня величина – на інтенсивність площинних змивів (Ganasri B. and Ramesh H., 2016).

В середньому за 2021–2022 роки проведені виміри показали, що інтенсивність змивання і намівання в нижній його частині на слабозмитих ґрунтах становила 0,55–0,75 м<sup>3</sup>/га, на середньозмитих – 0,85–1,40 м<sup>3</sup>/га (табл. 1).

**Таблиця 1. Змив ґрунту під різнокомпонентними травосумішками, м<sup>3</sup>/га.**

| № | Травосумішки | Слабозмиті |         |              | Середньозмиті |         |              |
|---|--------------|------------|---------|--------------|---------------|---------|--------------|
|   |              | 2021 р.    | 2022 р. | в середньому | 2021 р.       | 2022 р. | в середньому |
| 1 | 1            | 0,60       | 0,90    | 0,75         | 1,10          | 1,70    | 1,40         |
| 2 | 2            | 0,60       | 0,70    | 0,65         | 1,10          | 1,50    | 1,30         |
| 3 | 3            | 0,70       | 0,70    | 0,70         | 1,00          | 1,20    | 1,10         |
| 4 | 4            | 0,60       | 0,80    | 0,70         | 1,00          | 1,30    | 1,15         |
| 5 | 5            | 0,50       | 0,60    | 0,55         | 0,80          | 1,00    | 0,90         |
| 6 | 6            | 0,50       | 0,60    | 0,55         | 0,7           | 1,00    | 0,85         |

наявності рослинності на схилах є важливим протирозійним чинником. Ступінь впливу залежить від її виду та стану: чим вона краще розвинена і гущіша, тим протирозійна стійкість вища. Рослинність зменшує ударну силу дощу і вплив його на частинки ґрунту. Деяку кількість опадів затримує зелена маса рослинності, вони не потрапляють на землю і не беруть участі у поверхневому стоці. Коренева система рослин скріплює структурні елементи ґрунту, зменшуючи їхню ерозію (Shevchenko I. P., Yatsenko S. V., 2006).

Залуження схилу (3–8°) багаторічними бобово – злаковими травосумішками забезпечує створення травостоїв високої щільності (в перший рік використання 1032 – 1640 шт./м<sup>2</sup> на слабозмитих і

956 – 1751 шт./м<sup>2</sup> на середньозмитих ґрунтах, на другий – 1336 – 1725 та 1306 – 2171 шт./м<sup>2</sup>



відповідно), яка була вищою на слабозмитому ґрунті на травосумішці 5, а на середньозмитому – 5 і 6. Залежність змиву ґрунту ( $y$ ) від щільності травостою ( $x$ ) на слабозмитому ґрунті описується рівнянням  $y = 1,28 - 0,0004x$ , на середньозмитому –  $y = 2,16 - 0,0006x$ . Тобто, ерозійно-аккумулятивний процес має

зворотню залежність до щільності травостою. Величина достовірності інтерполюючих функцій (рівнянь) висока і становить  $r^2 = 0,92$  для залежності змиву ґрунту від щільності травостою на слабозмитому ґрунті та  $r^2 = 0,98$  на середньозмитому (рис. 2).

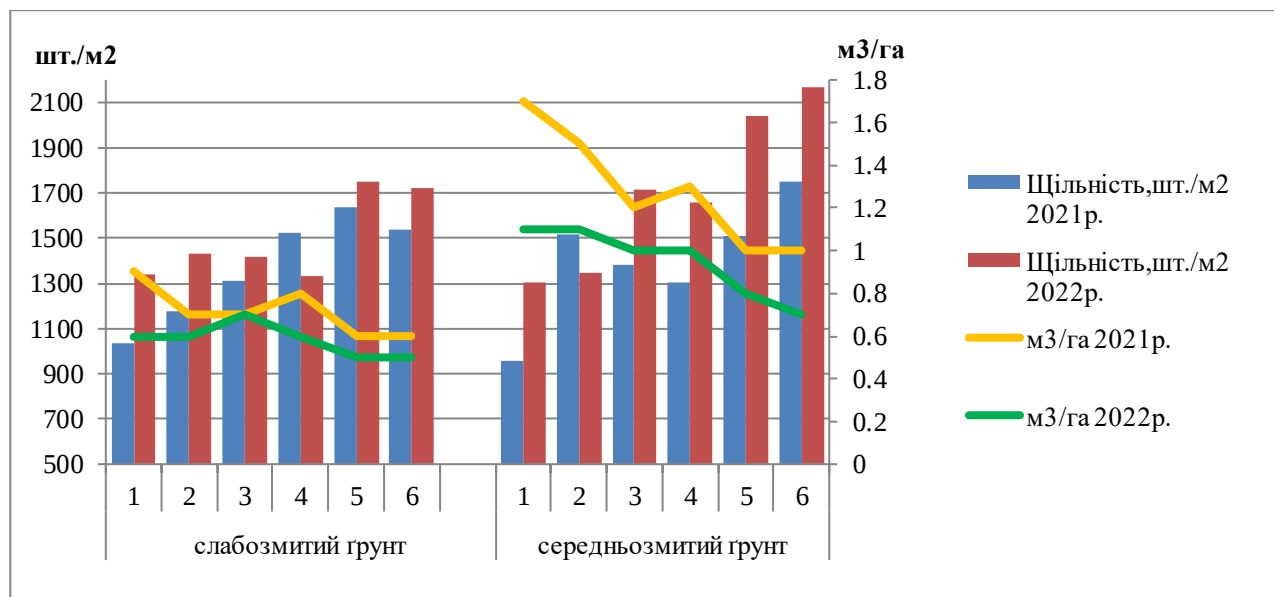


Рисунок 2. Залежність ерозійно-аккумулятивного процесу від щільності травостоїв

### Висновки.

Вищі запаси продуктивної вологи на слабозмитих та середньозмитих ґрунтах (на 0,8–10,2% та 0,7–5,1%), загальна шпаруватість, повітроємність, вищий вміст агрономічно цінних агрегатів (0,25–10 мм), коефіцієнт структурності ґрунту, кількість водотривких агрегатів відмічені на 7–12-компонентних травосумішках порівняно з трикомпонентною травосумішкою. Створення щільного трав'яного покриву, як на слабозмитих ґрунтах так і на середньозмитих значно підвищує стійкість екосистеми до ерозійних процесів. Встановлено, що ерозійно-аккумулятивний процес має зворотню залежність до щільності травостою.



### Список використаної літератури

- Arion O. V., Kupach T. H., Dem'yanenko S. O. Basics of soil science: teaching method. Manual. Kyiv : VPTS "Kyivs'kyu universytet", 2021. 327 p. (In Ukrainian).
- Bohovin A. V., Ptashnyk M. M., Dudnyk S. V. Ecological and biological structure and productivity of herbaceous coenoses in different ways of their reproduction on arable lands removed from cultivation. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya*. Nauk. zhurn. Vydavnychy tsentr NUBiP. 2012. T. 4, № 3–4. S. 57–62. (In Ukrainian)
- Dehodyuk E. H. Basic approach in biogeocenoses and agrosphere in the context of the development of agricultural systems in the 21st century. *Zemlerobstvo. Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk*. 2015. № 2 (889). P. 21–24. (In Ukrainian)
- Ganasri B. and Ramesh H. Assessment of Soil Erosion by RUSLE Model Using Remote Sensing and GIS- A Case Study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*. 2016. Vol. 7. P. 953–961. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.10.007>
- Lahutenko O. T. Agroecology: Study guide. K.: NPU named after M. P. Dragomanov, 2012. 206 p.
- Panakhid H. Ya. The influence of weather conditions on the productivity and biodiversity of grass stands in Western Ukraine. *Ahronauka i praktyka*, Vyp. 1, Ch. 4, 2022. P. 7–12 (In Ukrainian)
- Poliovyi A. M. Formation and functioning of the agroecosystem. Odesa, 2017. 120 p.

- Poliovyi A. M., Bozhko L. Yu., Vol'vach O.V. Basics of agrometeorology. Textbook. Odesa: TES, 2012. 250 p. (In Ukrainian)
- Shevchenko I. P., Yatsenko S. V. Soil erosion and erosional losses of nutrients in agrolandscapes of the central Forest Steppe. *Visnyk Kharkivskoho natsional'noho ahrarnoho u-tu im. V.V.Dokuchayeva*. № 6. Kharkiv. 2006. P. 181–185. (In Ukrainian)
- Svitlychnyi O. O., Chornyi S. H. Basics of erosion science. Textbook. Sumy : VTD "Universytet's'ka knyha", 2007. 266 p. (In Ukrainian)

- Tarariko O. H., Moskalenko O. V. Catalog of measures to optimize the structure of agricultural landscapes and protect land from erosion. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2002. 64 p. (In Ukrainian)
- Tarariko O. H., Syrotenko O. V., Il'yenko T. V., Kuchma T. L. Agroecological satellite monitoring. Kyiv: Ahrarna nauka, 2019. 204 p. (In Ukrainian).
- Truskavets'kyi R. S. Basics of soil fertility management. Kharkiv, 2016. 388 p. (In Ukrainian)

## INFLUENCE OF AGROPHYTOCENOSES ON ANTI-EROSION RESISTANCE OF SOILS

Stepan BEHEY<sup>1</sup>, Taras MARTSINKO<sup>1</sup>, Nataliia KARASEVYCH<sup>1</sup>, Tamara SHEVCHENKO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS

<sup>2</sup>Office of the Presidium of National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine

The creation of sown grass stands on erosion-prone lands improves the agrophysical properties of the soil, curbs degradation processes, and contributes to increasing their sustainability. The research on the effect of agrophytocenoses on the anti-erosion resistance of soils was laid in the summer sowing period in 2020 on a slope (3–8°) of the Pre-Carpathian Department of Scientific Research of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Agrarian Sciences. The goal was to determine the effect of multi-component perennial grass mixtures on the anti-erosion resistance of weakly and moderately washed sod-podzolic soils. On the basis of the obtained research results, it was established that higher reserves of productive moisture, higher total pore density, the content of air-dry agronomically valuable aggregates, the number of water-resistant aggregates on lightly washed and moderately washed soils were noted under 7–12-component grass mixtures compared to three-component grass mixtures. Soil washout was 0.55–0.75 m<sup>3</sup> on lightly washed and 0.85–1.40 m<sup>3</sup> on moderately washed soils. It was noted that the erosion process is inversely related to the density of the grass stand.

**Keywords:** sloping lands, grass mixtures, density of grass stands, agrophysical properties of the soil, erosion.

Отримано: 05.09.2023

Погоджено до друку: 14.09.2023

## Наукові події

У 2023 році наукові співробітники лабораторії захисту рослин Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН та відділу селекції сільськогосподарських культур Передкарпатського відділу наукових досліджень (Байструк-Глодан Леся Зіновіївна, Льчук Роман Васильович, Біловус Галина Ярославівна, Ващишин Оксана Антонівна, Лісова Юлія Андріївна, Терлецька Марія Іванівна, Пристацька Оксана Несторівна, Дорота Ганна Миколаївна, Рудавська Наталія Миколаївна, Тимчишин Оксана Федорівна) пройшли курси підвищення кваліфікації при Інституті олійних культур НААН за тематикою «Генетика, селекція, агротехніка та переробка олійних культур» в обсязі 30 год (1 кредит ECTS) й отримали відповідні посвідчення.



## Наукова діяльність

## ТВАРИННИЦТВО

© Й. Ф. Рівіс, В. О. Постоєнко, О. І. Стадницька, І. І. Саранчук, О. Я. Клим, О. Б. Дяченко, В. Д. Федак,  
А. В. Шелевач, О. О. Гопаненко, 2023  
УДК 574.23: 591.5:577.115:638

DOI: 10.32636/agroscience.2023-(2)-3-4

**ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ І ЖИРНИХ КИСЛОТ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖА  
НА ВІДТВОРНУ ЗДАТНІСТЬ БДЖОЛИНИХ МАТОК**

Йосип РІВІС<sup>1</sup>, Володимир ПОСТОЄНКО<sup>2</sup>, доктори сільськогосподарських наук  
Ольга СТАДНИЦЬКА<sup>1</sup>, Іван САРАНЧУК<sup>3</sup>, Олег КЛИМ<sup>1</sup>, Олександр ДЯЧЕНКО<sup>1</sup>, Василь ФЕДАК<sup>1</sup>,  
Андрій ШЕЛЕВАЧ<sup>1</sup>, кандидати сільськогосподарських наук  
Ольга ГОПАНЕНКО<sup>4</sup>, кандидат біологічних наук

<sup>1</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна

<sup>2</sup>ННЦ "Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича",  
вул. Заболотного, 19, м. Київ, 03680, Україна

<sup>3</sup>Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція,  
вул. Миколи Кузнецова, 21-а, м. Чернівці, 58026, Україна

<sup>4</sup>ВНЗ ЛОР "Львівська медична академія імені Андрея Крупинського"  
вул. П. Дорошенка, 70, м. Львів, 79000, Україна  
e-mail: rivisjf@gmail.com

У статті показано, що піддослідні пасіки клінічно здорових медоносних бджіл породи карпатська, були підібрані на базі приватних пасічних господарств гірської, передгірної та лісостепової зон Львівської області. Для оцінки інтенсивності техногенного навантаження на довкілля, де знаходяться піддослідні пасіки бджіл, визначався вміст Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію в орному шарі ґрунту, бджолиному обніжжі та тканинах черевця медоносних бджіл. Зафіксовано, що в напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової зони Карпатського регіону погіршується екологічний стан довкілля. Це підтверджується рівнем Цинку, Купруму, Плюмбуму та особливо Кадмію в орному шарі ґрунту, бджолиному обніжжі, тканинах черевця медоносних бджіл та інтенсивністю яйцекладки бджолиних маток.

Купрум і особливо Цинк вкрай необхідні для нормального функціонування рослинних тканин. Це узгоджується з відносно високим коефіцієнтом переходу згадуваних мінеральних елементів із орного шару ґрунту в бджолине обніжжя в різних природних зонах Карпатського регіону. При цьому коефіцієнти переходу Кадмію та особливо Плюмбуму в бджолине обніжжя є дуже низькими.

У напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової зони Карпатського регіону зменшується засвоєння рослинами Цинку. Цей факт підтверджується зниженням коефіцієнту переходу Цинку з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя. При цьому зростає засвоєння рослинами Кадмію. Цинк, Купрум, Плюмбум й Кадмій через біологічну цінність ненасичених жирних кислот бджолиного обніжжя впливають на відтворювальну здатність медоносних бджіл у Карпатському регіоні. Зокрема в напрямку від гірської до передгірної і далі до лісостепової зони Карпатського регіону, через високу концентрацію Цинку, Купруму, Плюмбуму й особливо Кадмію, знижується біологічна цінність ненасичених жирних кислот родин омега-3, омега-6, омега-7 й омега-9 бджолиного обніжжя для інтенсивної яйцекладки бджолиних маток.

Високий рівень Цинку, Купруму, Плюмбуму й Кадмію в бджолиному обніжжі та тканинах черевця медоносних бджіл, отриманих із вуликів, розміщених у передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону, є наслідком урбанізації та індустріалізації територій. Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених у передгірній та особливо в лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиними матками гірської зони, у другій половині весняного періоду є меншою відповідно в 1,12 і 1,17 разів.

Бджолине обніжжя та тканини черевця медоносних бджіл за вмістом Цинку, Купруму, Плюмбуму, Кадмію та ненасичених жирних кислот родин омега-3, омега-6, омега-7 і омега-9 можуть служити біоіндикатором екологічного стану довкілля. Добрим біоіндикатором екологічного стану довкілля може служити також такий інтегрований показник, як інтенсивність яйцекладки бджолиних маток.

**Ключові слова:** природні зони Карпатського регіону, важкі метали, жирні кислоти, орний шар ґрунту, бджолине обніжжя, тканини черевця бджіл, інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, біоіндикатор.

**Вступ.**

Проблема важких металів у ланцюгу бджолине обніжжя–тканини бджіл–функціональна активність бджолиних тканин полягає в наступному (El Ghoui A. et al., 2023). Важкі метали причетні до

функціональної активності тканин організму бджіл (Saranchuk I. I., 2020). Важкі метали залежно від кількості та складу можуть змінювати забезпеченість тканин організму бджіл енергетичним, структурним, біологічно активним і

антимікробним матеріалом (Klym O., Stadnytska O., 2019). Це зумовлено тим, що тканини бджіл за допомогою залежних від важких металів ензимних систем здатні синтезувати тільки насичені та з них мононенасичені жирні кислоти (Burdge G. C., 2018; Ćirić J. et al., 2022). Тканини бджіл не здатні синтезувати поліненасичені жирні кислоти. Тому такі незамінні поліненасичені жирні кислоти, як лінолева та ліноленова, повинні надходити в їх організм з кормом (Arien Y. et al., 2018; Hsu P. S. et al., 2021; Mărgăoan R. et al., 2021; El Ghouizi A. et al., 2023).

Основним джерелом незамінних (есенціальних)  $\alpha$ -лінолевої та  $\alpha$ -ліноленової кислот у раціонах для бджіл є бджолине обніжжя (пилок рослин) (Arien Y. et al., 2018; Hsu P. S. et al., 2021; Mărgăoan R. et al., 2021; Ruedenauer F. A. et al., 2021; Stabler D. et al., 2021; El Ghouizi A. et al., 2023). У жирнокислотному складі бджолиного обніжжя наведені вище поліненасичені жирні кислоти є домінуючими (Stabler D. et al., 2021; Ćirić J. et al., 2022). Вже в тканинах бджіл із  $\alpha$ -лінолевої та  $\alpha$ -ліноленової кислот також за допомогою залежних від важких металів ензимних систем синтезуються ще більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти родин відповідно  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 (Burdge G. C., 2018; Hsu P. S. et al., 2021; Mărgăoan R. et al., 2021).

Загальною ознакою дефіциту жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 в організмі бджіл є зменшення темпів росту, ефективності засвоєння поживних речовин корму, пригнічення імунітету та зниження продуктивних ознак (Ruedenauer F. A. et al., 2021; Stabler D. et al., 2021).

У літературі є тільки фрагментарні дані щодо вмісту важких металів у бджолиному обніжжі, відібраному з вуликів, розміщених у гірській, передгірній і лісостеповій зонах Карпатського регіону, де різні природно-кліматичні умови й екологічна ситуація (Klym O., Stadnytska O., 2019).

Метою роботи було зафіксувати зв'язок між вмістом Цинку, Купруму, Плюмбуму і Кадмію й жирних кислот у бджолиному обніжжі та інтенсивністю яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених в окремих природних зонах Карпатського регіону.

### Матеріали і методи.

Піддослідні пасіки клінічно здорових медоносних бджіл породи Карпатська (*Apis mellifera* (L) *carpatica*), були підібрані на базі приватних пасічних господарств гірської (сmt. Славсько, Стрийського району), передгірної (с. Нижня Стинава, Стрийського району) та лісостепової (с. Миклашів, Львівського району) зон Львівської області.

Для оцінки інтенсивності техногенного навантаження на довкілля, де знаходяться піддослідні пасіки медоносних бджіл, визначався вміст важких металів (Цинку, Купруму, Плюмбуму



та Кадмію) в орному шарі ґрунту, бджолиному обніжжі та тканинах черевця медоносних бджіл.

На початку літнього періоду в кожній із вищеописаних природних зонах Карпатського регіону на 3 пасіках і на кожній із 3 вуликів для лабораторних досліджень загальноприйнятими методами відбирались зразки бджолиного обніжжя та медоносних бджіл (Polishchuk V. P., 2001). При цьому в кожному піддослідному вулику були бджолині матки 2-річного віку. До того ж в радіусі корисного льоту (2-4 км) медоносних бджіл відбирались зразки орного шару ґрунту.

Крім того в кожній із описаних вище природних зон Карпатського регіону на 3 пасіках і на кожній на 3 вуликах у весняний період та в кінці літнього періоду загальприйнятим методом (Polishchuk V. P., 2001) впродовж 36 днів щодванадцяті день досліджувалась інтенсивність яйцекладки бджолиних маток. Зокрема проводився обмір площі закритого розплоду на всіх рамках гнізда за допомогою мірної рамки-сітки площею 25 см<sup>2</sup> (5x5 см). Враховуючи те, що дана рамка накриває по 100 бджолиних комірок, обчислювалася загальна їх кількість, котра відповідає сумарній яйценосності матки впродовж 12 днів.

У відібраних зразках орного шару ґрунту, бджолиного обніжжя та тканин черевця медоносних бджіл визначався вміст Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію. При цьому аналізувалося значення рівня Цинку, Купруму, Плюмбуму і Кадмію бджолиного обніжжя для відтворювальної здатності бджіл у різних природних зонах Карпатського регіону.

Вміст Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію у відібраних зразках орного шару ґрунту, бджолиного обніжжя та тканин черевця медоносних бджіл визначався на атомно-абсорбційному спектрофотометрі Селмі-115 за методикою Влізла В. В. та ін. Отриманий цифровий матеріал опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Вираховувалися середні арифметичні величини ( $\bar{M}$ ) та похибки середніх арифметичних ( $\pm m$ ). Різниці вважались вірогідними за  $p < 0,05$ . Для розрахунків використані комп'ютерні програми Origin 6.0, Microsoft Excel.



### Результати досліджень та обговорення.

Встановлено, що в орному шарі ґрунту та бджолиному обніжжі передгірної та лісостепової зон Карпатського регіону, порівняно з умовно чистою гірською зоною, є більший вміст Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію (табл. 1 і 2). Із цих таблиць також видно, що в орному шарі ґрунту та бджолиному обніжжі бджіл лісостепової зони Карпатського регіону міститься найвищий рівень досліджуваних важких металів. При цьому вміст Плюмбуму і Кадмію в орному шарі ґрунту лісостепової зони є в 1,1 разів більшим за гранично допустиму концентрацію. Особливо вагомо в орному шарі ґрунту та бджолиному обніжжі підвищується рівень небезпечного елемента першого класу токсичності Кадмію порівняно з умовно чистим гірським довкіллям.

Вважається, що зростання вмісту Плюмбуму в орному шарі ґрунту пов'язано з інтенсивним рухом автотранспорту (Razanov S. F. et al., 2015), а Кадмію – з внесенням меліорантів і мінеральних добрив, зокрема фосфогіпсу та суперфосфату (Razanov S. F., Shvets V. V., 2012). Скоріш за все наявні у фосфогіпсі та суперфосфаті залишки фосфорної кислоти здатні зв'язувати великі кількості шкочинного Кадмію.

Отримані дані характеризують рівень техногенного забруднення довкілля на підслідних територіях. Високий рівень Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію у повітрі і ґрунтах є причиною зростання їх вмісту в бджолиному обніжжі, отриманого в передгірній та лісостеповій зонах Карпатського регіону. Все це є наслідком більшої урбанізації та індустріалізації наведених вище територій.

**Таблиця 1. Вміст Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію в орному шарі ґрунту в різних природних зонах Карпатського регіону,  $\text{г} \cdot 10^{-3} / \text{кг}$  повітряно-сухої маси ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

| Метал та його символ | Природні зони Карпатського регіону |               |                |
|----------------------|------------------------------------|---------------|----------------|
|                      | гірська                            | передгірна    | лісостепова    |
| Цинк, Zn             | 47,58±4,488                        | 78,52±3,722** | 96,13±4,890*** |
| Купрум, Cu           | 21,60±1,391                        | 34,56±1,828** | 45,64±2,264*** |
| Плюмбум, Pb          | 19,37±0,784                        | 25,83±1,442*  | 33,30±2,870*** |
| Кадмій, Cd           | 2,03±0,088                         | 2,60±0,115*   | 3,20±0,271***  |

Примітка: тут і далі різниці вірогідні порівняно з гірською зоною: \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ .

**Таблиця 2. Вміст Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію у бджолиному обніжжі в різних природних зонах Карпатського регіону,  $\text{г} \cdot 10^{-3} / \text{кг}$  повітряно-сухої маси ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

| Метал та його символ | Природні зони Карпатського регіону |              |               |
|----------------------|------------------------------------|--------------|---------------|
|                      | гірська                            | передгірна   | лісостепова   |
| Цинк, Zn             | 34,39±1,91                         | 39,20±0,900* | 42,72±0,872** |
| Купрум, Cu           | 2,01±0,089                         | 3,02±0,169*  | 4,20±0,170*** |
| Плюмбум, Pb          | 0,13±0,007                         | 0,16±0,009*  | 0,21±0,012**  |
| Кадмій, Cd           | 0,04±0,003                         | 0,07±0,007*  | 0,10±0,009**  |

Слід відмітити, що в лісостеповій зоні Карпатського регіону, порівняно з гірською, в орному шарі ґрунту є досить високий вміст пробіотичних Цинку та Купруму. Наведені вище важкі метали в допустимих кількостях вкрай необхідні для нормальної життєдіяльності рослинних і тваринних тканин (Matuszewska E. et al., 2021). Але підвищений в орному шарі ґрунту рівень токсичних Плюмбуму та Кадмію очевидно здатний нівелювати позитивний вплив пробіотичних важких металів на згадувані тканини.

Дані літератури вказують на те, що хоч Цинк, Купрум, Плюмбум і Кадмій є двовалентними мінеральними елементами, але вони мають дуже різні коефіцієнти переходу з орного шару ґрунту в кореневу систему рослин, із кореневої системи в стебло і листки, із стебла й листків у суцвіття, з суцвіття в пилок (Razanov S. F. et al., 2015). Встановлено, що в Карпатському регіоні дуже високий коефіцієнт переходу з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя має Цинк (табл. 3). Набагато нижчий коефіцієнт має Купрум, ще нижчі Кадмій і особливо Плюмбум.

**Таблиця 3. Коефіцієнти переходу Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя в різних природних зонах Карпатського регіону**

| Метал та його символ | Природні зони Карпатського регіону |            |             |
|----------------------|------------------------------------|------------|-------------|
|                      | гірська                            | передгірна | лісостепова |
| Цинк, Zn             | 0,723                              | 0,499      | 0,444       |
| Купрум, Cu           | 0,093                              | 0,087      | 0,092       |
| Плюмбум, Pb          | 0,007                              | 0,006      | 0,006       |
| Кадмій, Cd           | 0,020                              | 0,027      | 0,031       |

Підвищений коефіцієнт переходу Цинку з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя можливо викликаний тим, що цей мінеральний елемент вкрай необхідний для нормального функціонування та високої активності чоловічих гаметофітів (Matuszewska E. et al., 2021). Він, можливо, також необхідний для нормального функціонування та високої активності жіночих гаметофітів (Fedoruk R. S., Romaniv L. I., 2013; Saranchuk I. I. et al., 2021; Takic M. et al., 2021).

Наведене вище видно пов'язане з тим, що Цинк входить у склад ензимів, які з одного боку сприяють охороні ненасичених жирних кислот родин омега-3, омега-6, омега-7 і омега-9 від надмірного перекисного окиснення, а з другого – утворенню з  $\alpha$ -ліноленової,  $\alpha$ -лінолевої та  $\alpha$ -олеїнової кислот ще більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот родин відповідно омега-3, омега-6 і омега-9, а з ще більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 – цілої низки біологічно активних речовин, насамперед оксиліпінів і простагландинів, котрі причетні до відтворної здатності відповідно рослин і бджіл (Adamchuk L. et al., 2016; Burdge G. C., 2018; Stanley D., Kim Y., 2019; Domínguez R. et al., 2019; Kwon H. et al., 2020; Matuszewska E. et al., 2021; Jimbo H. et al., 2021; Takic M. et al., 2021).

Оксиліпіни в тканинах рослин синтезуються з таких поліненасичених жирних кислот, як ліноленова та лінолева, які мають в своєму ланцюгу 18 атомів Карбону (Ponce de León I. et al., 2015; Burdge G. C., 2018; Mărgăoan R. et al., 2021). Ліпооксигеназна реакція та утворення оксикислот є первинною ланкою синтезу оксиліпінів у рослинних тканинах (Ponce de León I. et al., 2015). Синтезовані оксиліпіни дуже сильно інтенсифікують обмінні процеси в тканинах, ріст і відмирання рослин



Простагландини синтезуються в кожній тканині організму бджіл тільки з поліненасичених жирних кислот, котрі мають в своєму ланцюгу 20 і більше атомів Карбону (Okon B., 2016; Burdge G. C., 2018; Stanley D., Kim Y., 2019; Kwon H. et al., 2020; Kim Y., Stanley D., 2021). При синтезі простагландинів більш довголанцюгові й ненасичені похідні лінолевої та ліноленової кислот у місцях знаходження подвійних зв'язків, за допомогою таких ензимів, як циклази, утворюють кільце, яке має так звані хвостики, котрі з одного боку є

гідрофільними за рахунок карбоксильної групи, а з другого – гідрофобними з боку метильної групи (Burdge G. C., 2018). Гідрофільні та гідрофобні хвостики молекули простагландинів мають різну довжину та внаслідок цього функціональну активність (Kwon H. et al., 2020; Kim Y., Stanley D., 2021). За рахунок гідрофільних хвостиків молекули простагландинів у тканинах організму бджіл регулюються обмінні процеси протеїнів й амінокислот, а гідрофобних – ліпідів і жирних кислот. Найбільш активні простагландини в організмі бджіл належать до груп E і F (Kwon H. et al., 2020; Janga Y. et al., 2020). До того ж дуже активні простагландини позначені символами  $\alpha$  або  $\beta$  (Janga Y. et al., 2020). Дуже активний простагландин  $F_{2\alpha}$  має пряме відношення до відтворної здатності трутнів і бджолиних маток (Janga Y. et al., 2020). Згадуваний вид простагландину синтезується в тканинах бджіл із ейкозатетраєнової-арахідонової кислоти, яка має в своєму ланцюгу 20 атомів Карбону. У свою чергу ейкозатетраєнова-арахідонова кислота синтезується в тканинах бджіл із лінолевої кислоти, котра має в своєму ланцюгу тільки 18 атомів Карбону (Kavle R. R. et al., 2023). Як відомо лінолева кислота не синтезується в тканинах бджіл та повинна надходити в їх організм із кормом (Janga Y. et al., 2020; Ćirić J. et al., 2022). Простагландин  $F_{2\alpha}$  в статевих шляхах трутнів і бджолиних маток регулює відповідно ріст спермій та ріст і запліднюваність ооцитів (Ahmed S., Kim Y., 2020; Janga Y. et al., 2020). Специфіка дії згаданого простагландину полягає в тому, що він у тканинах статевих органів трутнів і бджолиних маток швидко синтезується та швидко втрачає свою активність (Ahmed S., Kim Y., 2020; Di Miceli M. et al., 2020).

Зафіксовано, що в напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової зони Карпатського регіону зменшується засвоєння рослинами Цинку. Цей факт підтверджено зниженням коефіцієнту переходу Цинку з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя (табл. 3). Видно таку гальмуючу дію на транспортний шлях Цинку проявляє Кадмій. Це можливо пов'язане з тим, що двохвалентні мінеральні елементи Цинк і Кадмій в рослинних тканинах є конкурентами за місце в реакціях.

Встановлено також, що в напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової зони Карпатського регіону зростає засвоєння рослинами Кадмію. На цей результат вказують отримані дані щодо підвищення коефіцієнта переходу Кадмію із орного шару ґрунту в бджолине обніжжя (табл. 3). Можливо в цьому випадку, із-за наявного в рослинах високого рівня Кадмію, рослинні тканини вже не можуть захищатися від надмірного надходження до них згаданого мінерального елемента.

Високий рівень Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію у бджолиному обніжжі в свою чергу є причиною зростання їх вмісту в тканинах

медоносних бджіл (табл. 4). При цьому в тканинах черевця медоносних бджіл передгірної й лісостепової зон, порівняно з умовно чистим гірським довкіллям, є вищий рівень небезпечних елементів першого класу токсичності – Плюмбуму

(у 1,38–1,70 разів) та Кадмію (у 1,78–2,33 разів). Дані літератури вказують на те, що рівень важких металів у одних тканинах медоносних бджіл і бджолиних маток відповідає їх концентрації в інших тканинах (Purać J. et al., 2019).

**Таблиця 4. Вміст Цинку, Купруму, Плюмбуму та Кадмію в тканинах черевця медоносних бджіл у різних природних зонах Карпатського регіону,  $g \cdot 10^{-3}/kg$  сирової маси ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

| Метал<br>та його символ | Природні зони Карпатського регіону |                     |                       |
|-------------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                         | гірська                            | передгірна          | лісостепова           |
| Цинк, Zn                | 77,08 $\pm$ 1,190                  | 91,32 $\pm$ 1,536** | 104,24 $\pm$ 2,060*** |
| Купрум, Cu              | 0,34 $\pm$ 0,012                   | 0,47 $\pm$ 0,014**  | 0,59 $\pm$ 0,014***   |
| Плюмбум, Pb             | 0,88 $\pm$ 0,035                   | 1,21 $\pm$ 0,038**  | 1,50 $\pm$ 0,046***   |
| Кадмій, Cd              | 0,09 $\pm$ 0,009                   | 0,16 $\pm$ 0,006**  | 0,21 $\pm$ 0,012**    |

Цинк, Купрум, Плюмбум і Кадмій причетні до обмінних процесів у тканинах рослин та в тканинах організму бджіл. Зокрема Цинк і Купрум у тканинах рослин та в тканинах організму бджіл, за фізіологічно обумовленого рівня мають добре виражену антиоксидантну дію, адже обидва вони є складовими такого ензиму, як супероксиддисмутаза, який сильно гальмує розвиток пероксидних процесів і знищення амінокислот, зокрема незамінних, жирних кислот, у першу чергу поліненасичених, і вітамінів, насамперед жиророзчинних (Younus H., 2018; Serdiuk V. et al., 2020; Ćirić J. et al., 2022). І це при тому, що Купрум в лімфі бджіл виконує таку саму функцію, як Ферум у крові людини та тварин – окисно-відновну (Purać J., 2019). Вважається, що за малої, середньої та високої концентрації такі важкі метали, як Плюмбум та Кадмій, є токсикантами для рослинних тканин і тканин організму бджіл (Serdiuk V. et al., 2020; Purać J. et al., 2019; Ćirić J. et al., 2022).

Слід відмітити, що за високого рівня Цинк і Купрум у рослинних тканинах і в тканинах організму бджіл також стають токсикантами (Purać J. et al., 2019; Ćirić J. et al., 2022). При цьому Цинк і Купрум, як і Плюмбум та Кадмій, у лімфі бджіл інтенсивніше зв'язуються з сульфгідрильними групами термостійких протеїнів та транспортуються в хітин (Chibuike G. U., Obiora S. C., 2014; Purać J. et al., 2019; Gizaw G., 2020; Jasper W. C. et al., 2020). В останньому згадувані важкі метали депонуються (Purać J. et al., 2019; Gizaw G. et al., 2020).

Проблема важких металів полягає в наступному. Вони за фізіологічно обумовленого рівня причетні до синтезу, окиснення, депонування та обміну жирних кислот у рослинних тканинах і в тканинах організму бджіл. Зокрема Цинк і Купрум у тканинах рослин і в тканинах організму бджіл здатні ефективно пригнічувати перебіг пероксидних процесів ненасичених жирних кислот, насамперед поліненасичених (Burdge G. C., 2018; Younus H., 2018; Al-Kahtani S. N. et al., 2021; Takic M. et al., 2021; Mărgăoan R. et al., 2021; Kavle R. R. et al., 2023).

Купрум через те, що він входить в склад 9-десатурази, у тканинах рослин і в тканинах організму бджіл сприяє утворенню мононенасичених жирних кислот родин омега-7 (пальмітоолеїнової) і омега-9 (олеїнової) із таких насичених жирних кислот, як відповідно пальмітинова та стеаринова (Сегін Т. і ін., 1918; Hajiahmadi Z. et al., 2020; Takic M. et al., 2021).

$\alpha$ -Ліноленова та  $\alpha$ -лінолева кислоти, які послідовно синтезуються в тканинах рослин із олеїнової кислоти, вважаються незамінними для тканин бджіл і тому повинні надходити в їх організм із кормом (Burdge G. C., 2018; Hsu P.-S. et al., 2021; Mărgăoan R. et al., 2021; Ćirić J. et al., 2022). Вже в тканинах бджіл із кормових  $\alpha$ -ліноленової та  $\alpha$ -лінолевої кислот синтезуються ще більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти родин відповідно омега-3 (ейкозапентаєнова, докозатриєнова, докозапентаєнова та докозагексаєнова) і омега-6 (ейкозатриєнова, ейкозатетраєнова-арахідонова, докозатриєнова та докозатетраєнова) (Burdge G. C., 2018; Ćirić J. et al., 2022). У реакціях перетворення ліноленової та лінолевої кислот в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні у тканинах бджіл активну участь приймає Цинк, оскільки він входить в склад таких ензимних систем, як 2-, 3-, 4-, 5- і 6-десатурази (Burdge G. C., 2018; Hajiahmadi Z. et al., 2020; Jimbo H. et al., 2021; Takic M. et al., 2021; Kavle R. R. et al., 2023).

Більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти родин омега-3 і омега-6 є дуже цінними для організму бджіл (Arien Y. et al., 2015; Burdge G. C., 2018; Hsu P.-S. et al., 2021; Kim Y., Stanley D., 2021; Mărgăoan R. et al., 2021). Ці кислоти є основним структурним матеріалом для побудови клітинних і цитоплазматичних мембран тканин бджіл (Burdge G. C., 2018; Bakour M. et al., 2022). Їх кислот в тваринному організмі синтезуються біологічно активні речовини – простагландини, тромбосани та лейкотриєни (Burdge G. C., 2018; Stanley D., Kim Y., 2019; Kim Y., Kim Y., 2021; Bakour M. et al., 2022). Більш довголанцюгові та

більш ненасичені жирні кислоти родини омега-6 у бджолиному організмі крім того є прозапальними, а омега-3 – протизапальними (Ranneh Y. et al., 2021; El-Seedi H. R. et al., 2022). При цьому більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти родин омега-6 і омега-3 діють на бджолиний організм через відповідні прозапальні та протизапальні цитокіни пептидного характеру.

Слід наголосити на тому, що прозапальні ейкозаноїди (певні групи простагландинів) в організмі бджіл синтезуються з поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6 (ейкозатриєнової, ейкозатетраєнової-арахідонової, докозатетраєнової) (Ebru B. A., 2021). Дані літератури вказують на те, що найбільш активним прозапальним ейкозаноїдом в організмі бджіл, особливо бджолиних маток, є простагландин  $F_{2\alpha}$ , котрий синтезується в їх тканинах із ейкозатетраєнової-арахідонової кислоти, а та в свою чергу з лінолевої (Jasper W. C. et al., 2020; Ebru B. A., 2021). Прозапальний простагландин  $F_{2\alpha}$  сприяє росту й дозріванню сперміїв та росту і запліднюваності ооцитів в статевих шляхах відповідно трутнів і бджолиних маток (Jasper W. C. et al., 2020). Таким чином через функціонально активні клітинні й цитоплазматичні мембрани та біологічно активні речовини, зокрема простагландини, ненасичені жирні кислоти, насамперед поліненасичені жирні кислоти родин омега-3 і омега-6, найбільш повно й виражено впливають на відтворювальну здатність бджіл.

Високий рівень важких металів, у тому числі токсичних, у бджолиному обніжжі та тканинах черевця медоносних бджіл, отриманих із вуликів, розміщених у передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону, є наслідком урбанізації та індустріалізації території.

З наведеного вище випливає, що в напрямку від гірської зони Карпатського регіону до передгірної та далі до лісостепової, через високий рівень важких металів, у тому числі токсичних, знижується біологічна цінність ненасичених жирних кислот

бджолиного обніжжя для організму бджіл. У згадуваному вище напрямку також за вказаною причиною знижується біологічна цінність ненасичених жирних кислот в тканинах черевця медоносних бджіл. Тим самим високий рівень Цинку, Купруму, Плюмбуму та особливо Кадмію, але – низький ненасичених жирних кислот, зокрема поліненасичених, у бджолиному обніжжі та в тканинах черевця бджіл впливає на відтворну здатність бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених у згадуваних зонах Карпатського регіону.

Із таблиці 5 видно, що інтенсивність яйцекладки бджолиних маток у Карпатському регіоні у другій половині весняного періоду є відносно високою. При цьому інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених у передгірній та особливо в лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиними матками гірської зони, у другій половині весняного періоду є меншою відповідно в 1,12 і 1,17 разів.

Зменшення інтенсивності яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах розміщених у передгірній та особливо в лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиними матками гірської зони, в другій половині весняного періоду, в подальшому, через зменшення кількості робочих бджіл, може вкрай негативно впливати на продуктивні та відтворні ознаки бджолиної сім'ї.

Зниження інтенсивності яйцекладки бджолиних маток видно є інтегрованим показником впливу екологічного стану довкілля, оскільки останнє також рівнозначно впливає на відтворну здатність трутнів, зокрема на їх кількісні та якісні показники спермопродукції. На такий же негативний вплив територій, забруднених важкими металами, на репродуктивні ознаки бджіл вказують також інші вчені (Adamchuk L. et al., 2016; Di Fiore C. et al., 2022).

**Таблиця 5. Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток у другій половині весняного періоду в різних природних зонах Карпатського регіону, штук яєць ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

| Природні зони Карпатського регіону             |                     |                     |
|------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| гірська                                        | передгірна          | лісостепова         |
| обліковий період, 19 квітня                    |                     |                     |
| 826,0 $\pm$ 24,62                              | 739,3 $\pm$ 19,60*  | 702,7 $\pm$ 11,02** |
| обліковий період, 1 травня                     |                     |                     |
| 1117,7 $\pm$ 20,94                             | 930,2 $\pm$ 13,56*  | 879,3 $\pm$ 15,24** |
| обліковий період, 13 травня                    |                     |                     |
| 1391,0 $\pm$ 11,52                             | 1307,7 $\pm$ 10,10* | 1274,0 $\pm$ 6,81** |
| разом за обліковий період, 19 квітня-13 травня |                     |                     |
| 3334,7                                         | 2977,2              | 2856,0              |



У всьому світі ведуться пошуки засобів біоіндикації екологічного стану довкілля (Didukh Ya. P., 2012; Adamchuk L. et al., 2016; Di Fiore C. et



al., 2022). Це пов'язано з тим, що важкі метали, як і інші забруднювачі навколишнього середовища, мають неодинаковий рівень переходу в ланцюгу ґрунт – рослина – тканини бджіл – бджолина продукція.

Раніше вказувалось (Saranchuk I. I., Ravis Y. F., 2008), що в умовах Карпатського регіону біоіндикатором екологічного стану довкілля, через оптимальний вміст важких металів і жирних кислот, може служити пилок *Taraxacum officinale* Wigg. Позитивним в цьому біоіндикаторі є те, що він дозволяє визначати різні рівні нагромадження важких металів і жирних кислот та тим самим дає більше інформації. Біоіндикатором екологічного стану довкілля за вмістом важких металів і ненасичених жирних кислот може служити також інтенсивність яйцекладки бджолиних маток

### Висновки.

У напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової зони Карпатського регіону погіршується екологічний стан довкілля.



Це підтверджується рівнем Цинку, Купруму, Плюмбуму та особливо Кадмію в орному шарі ґрунту, бджолиному обніжжі, тканинах черевця медоносних бджіл та інтенсивністю яйцекладки бджолиних маток.

### Список використаної літератури.

Didukh Ya. P. Basics of bioindication. Kyiv: Naukova dumka, 2012. 344 p.

Купрум і особливо Цинк вкрай необхідні для нормального функціонування рослинних тканин. Це узгоджується з відносно високим коефіцієнтом переходу згадуваних мінеральних елементів із орного шару ґрунту в бджолине обніжжя в різних природних зонах Карпатського регіону. При цьому коефіцієнти переходу Кадмію та особливо Плюмбуму в бджолине обніжжя є дуже низькими.

У напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової зони Карпатського регіону зменшується засвоєння рослинами Цинку. Цей факт підтверджується зниженням коефіцієнту переходу Цинку з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя. При цьому зростає засвоєння рослинами Кадмію.

Високий рівень Цинку, Купруму, Плюмбуму й Кадмію в бджолиному обніжжі та тканинах черевця медоносних бджіл, отриманих із вуликів, розміщених у передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону, є наслідком урбанізації та індустріалізації територій.

Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених у передгірній та особливо в лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиними матками гірської зони, у другій половині весняного періоду є меншою відповідно в 1,12 і 1,17 разів.



Цинк, Купрум, Плюмбум й Кадмій через біологічну цінність ненасичених жирних кислот бджолиного обніжжя впливають на відтворювальну здатність медоносних бджіл у Карпатському регіоні. Зокрема в напрямку від гірської до передгірної і далі до лісостепової зони Карпатського регіону, через високу концентрацію Цинку, Купруму, Плюмбуму й особливо Кадмію, знижується біологічна цінність ненасичених жирних кислот родин омега-3, омега-6, омега-7 й омега-9 бджолиного обніжжя для інтенсивної яйцекладки бджолиних маток.

Бджолине обніжжя та тканини черевця медоносних бджіл за вмістом Цинку, Купруму, Плюмбуму, Кадмію та ненасичених жирних кислот родин омега-3, омега-6, омега-7 і омега-9 можуть служити біоіндикатором екологічного стану довкілля. Добрим біоіндикатором екологічного стану довкілля може служити також такий інтегрований показник, як інтенсивність яйцекладки бджолиних маток

Changes in the fatty acid composition of *Chlorobium limicola* IMB K-8 cells under the influence of Cuprum (II) sulfate / T. Sehin et. al.

- Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2018. Vol. 80, № 3. P. 40–52.
- Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine / Vlizlo V. V. et al. Lviv, 2012. 759 p.
- Methodology of agrochemical certification of agricultural lands / ed. Yatsuk I. P., Baliuk S. A., second edition. Kyiv, 2019. 108 p.
- Methodology and organization of scientific research in animal husbandry / ed. I. I. Ibatullin, O. M. Zhukorskyi. Kyiv: *Ahrarna nauka*, 2017. 328 p.
- Polishchuk V. P. Beekeeping. Lviv: *Ukrainskyi pasichnyk*, 2001. 294 p.
- Razanov S. F., Didur I. M., Pervachuk M. V. The effectiveness of reducing soil contamination with lead and cadmium by bee pollination of agricultural crops in the conditions of their mineral nutrition. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo : zb. nauk. pr. VNAU*. 2015. № 2. P. 94–101.
- Razanov S. F., Shvets V. V. The influence of organic and mineral fertilizers and the level of soil moisture on the concentration of lead in flower pollen. *Ahroekolohichnyi zhurnal : naukovo-teoretychnyi zhurnal*. 2012. № 4. P. 38–41.
- Saranchuk I. I. Level of non-esterified fatty acids in abdominal tissues and productive characteristics of bees fed different amounts of linseed oil. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2020. Issue 67 (II). P. 253–264.
- Saranchuk I. I., Rivis Y. F. Fatty acid composition of bee pollen depending on environmental conditions. *Biologiia tvaryn*. 2008. Vol. 10, № 1, 2. P. 236–244.
- Fedoruk R. S., Romaniv L. I. Reproductive function of queen bees under the conditions of feeding bees with soy bean flour of native and transgenic varieties. *Biologiia tvaryn*. 2013. Vol. 15, № 3. P. 140–149.
- Ahmed S., Kim Y. Prostaglandin catabolism in *Spodoptera exigua*, a lepidopteran insect. *The Journal of Experimental Biology*. 2020. Vol. 223, Issue 21. P. 1–10. doi: 10.1242/jeb.233221
- Al-Kahtani S. N., Taha E.-K. A., Farag S. A., Taha R. A., Abdou E. A., Mahfouz H. M. Harvest Season Significantly Influences the Fatty Acid Composition of Bee Pollen. *Biology*. 2021. Vol. 10, Issue 6. P. 495–504. doi: 10.3390/biology10060495
- Arien Y., Dag A., Shafir S. Omega-6:3 Ratio More Than Absolute Lipid Level in Diet Affects Associative Learning in Honey Bees. *Front. Psychol*. 2018. Vol. 9. P. 1–8.
- Bakour M., Laaroussi H., Ousaaïd D., El Ghouizi A., Es-Safi I., Mechchate H., Lyoussi B. Bee Bread as a Promising Source of Bioactive Molecules and Functional Properties: An Up-To-Date Review. *Antibiotics*. 2022. Vol. 11, Issue 2. P. 1–39. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020203>
- Chibuike G. U., Obiora S. C. Heavy metal polluted soils: effect on plants and bioremediation methods. *Applied and Environmental Soil Science*. 2014. 12 p. <https://doi.org/10.1155/2014/752708>
- Ćirić J., Haneklaus N., Rajić S., Baltić T., Branković Lazić I., Đorđević V. Chemical composition of bee bread (perga), a functional food: A review. *Journal of Trace Elements and Minerals*. 2022. Vol. 2, № 3. P. 1–9. doi:10.1016/j.jtemin.2022.100038
- Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products / R. Domínguez et al. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8, № 10. P. 429–460. doi:10.3390/antiox8100429
- Di Fiore C., Nuzzo A., Torino V. De Cristofaro A., Notardonato I., Passarella S., Di Giorgi S., Avino P. Honeybees as Bioindicators of Heavy Metal Pollution in Urban and Rural Areas in the South of Italy. *Atmosphere*. 2022. Vol. 13, № 624. P. 1–12. <https://doi.org/10.3390/atmos13040624>
- Ebru B. A. Microbiota and Its Importance in Honey Bees. *Bee Studies*. 2021. Vol. 13, № 1. P. 23–30. <https://doi.org/10.51458/BSTD.2021.14>
- Effect of various amounts of sunflower oil in feed additives on breast tissues functional condition, reproductivity and productivity of honey bees / I. I. Saranchuk et al. *Ukrainian journal of ecology*. 2021. Vol. 11(1). P. 344–349.
- El Ghouizi A., Bakour M., Laaroussi H., Ousaaïd D., El Menyiy N., Hano C., Lyoussi B. Bee Pollen as Functional Food: Insights into Its Composition and Therapeutic Properties. *Antioxidants*. 2023, Vol. 12, № 3. P. 557–568. <https://doi.org/10.3390/antiox12030557>
- El-Seedi H. R., Eid N., Abd El-Wahed A. A., Rateb M. E., Afifi H. S., Algethami A. F., Zhao C., Al Naggar Y., Alsharif S. M., Tahir H. E., Xu B., Wang K., Khalifa S. A. M. Honey Bee Products: Preclinical and Clinical Studies of Their Anti-inflammatory and Immunomodulatory Properties. *Front. Nutr*. 2022. Vol. 8. doi: 10.3389/fnut.2021.761267. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.761267/full>
- Environmental biomonitoring by means beekering products / L. Adamchuk et al. *Biodiversity after the Chernobyl accident*. 2016. P. 11–18. <http://www.slpk.sk/eldo/2018/dl/9788055215150/9788055215150.pdf>
- Gizaw G., Kim Y. H., Moon K. H., Choi J. B., Kim Y. H., Park J. K. Effect of environmental heavy metals on the expression of detoxification-related genes in honey bee *Apis mellifera*. *Apidologie*. 2020. Vol. 51. P. 664–674. doi: 10.1007/s13592-020-00751-8
- Hajjahmadi Z., Abedi A., Wei H., Sun W., Ruan H., Zhuge Q., Movahedi A. Identification, evolution, expression, and docking studies of fatty acid desaturase genes in wheat (*Triticum aestivum* L.). *BMC Genomics*. 2020. Vol. 21, Issue 778. P. 1–20. <https://doi.org/10.1186/s12864-020-07199-1>
- Hsu P. S., Wu T.-H., Huang M.-Y., Wang D.-Y., Wu M.-C. Nutritive Value of Bee Pollen Samples from Major Floral Sources in Taiwan. *Foods*. 2021. Vol. 10, Issue 9. P. 2229–2244. <https://doi.org/10.3390/foods10092229>
- Identification of a metallothionein gene in honey bee *Apis mellifera* and its expression profile in response to Cd, Cu and Pb exposure / J. Purać et al. *Mol. Ecol*. 2019. Vol. 28, № 4. P. 731–745.

- Janga Y., Kim M., Hwang S. W. Molecular mechanisms underlying the actions of arachidonic acid-derived prostaglandins on peripheral nociception. *Journal of Neuroinflammation*. 2020. Vol. 17, № 30. P. 1–27. <https://doi.org/10.1186/s12974-020-1703-1>
- Jasper W. C., Brutscher L. M., Grozinger C. M., Niño E. L. Injection of seminal fluid into the hemocoel of honey bee queens (*Apis mellifera*) can stimulate post-mating changes. *Sci Rep*. 2020. Vol. 10. P. 1–18. doi: 10.1038/s41598-020-68437-w
- Jimbo H., Yuasa K., Takagi K., Hirashima T., Keta S., Aichi M., Wada. H. Specific Incorporation of Polyunsaturated Fatty Acids into the sn-2 Position of Phosphatidylglycerol Accelerates Photodamage to Photosystem II under Strong Light. *Int. J. Mol. Sci*. 2021. Vol. 22, Issue 19. P. 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijms221910432>
- Kavle R. R., Pritchard E. T. M., Carne A., El-Din Ahmed Bekhit A., Agyei D. Fatty Acid Profile, Mineral Composition, and Health Implications of Consuming Dried Sago Grubs (*Rhynchophorus ferrugineus*). *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, № 1. P. 363–378. <https://doi.org/10.3390/app13010363>
- Kim Y., Stanley D. Eicosanoid Signaling in Insect Immunology: New Genes and Unresolved Issues. *Genes*. 2021. Vol. 12, Issue 211. P. 1–15. <https://doi.org/10.3390/genes12020211>
- Klym O., Stadnytska O. Heavy metals in the dandelion and apple tree pollen from the different terrestrial ecosystems of the Carpathian region. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. 2019. Vol. 18, № 3. S. 15–20.
- Kwon H., Hall D. R., Smith R. C. Identification of a prostaglandin E<sub>2</sub> receptor that regulates mosquito oenocytoid immune cell function in limiting bacteria and parasite infection. doi: 10.1101/2020.08.03.235432. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.08.03.235432v1.full>
- Kwon H., Yanga Y., Kumarb S., Leea D.-W., Bajracharya P., Calkinsa T. L., Kimb Y. P., Pietrantonioa V. Characterization of the first insect prostaglandin (PGE<sub>2</sub>) receptor: Manse PGE<sub>2</sub>R is expressed in oenocytoids and lipoteichoic acid (LTA) increases transcript expression. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2020. Vol. 117. P. 1–49. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2019.103290>
- Mărgăoan R., Özkök A., Keskin Ş., Mayda N., Urcan A. C., Cornea-Cipcigan M. Bee collected pollen as a value-added product rich in bioactive compounds and unsaturated fatty acids: A comparative study from Turkey and Romania. *LWT*. 2021. Vol. 149. doi: 10.1016/j.lwt.2021.111925 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643821010781>
- Matuszewska E., Klupczynska A., Maciolek K., Kokot Z. J., Matysiak J. Multielemental Analysis of Bee Pollen, Propolis, and Royal Jelly Collected in West-Central Poland. *Molecules*. 2021 Vol. 26, Issue 9. P. 1–18. doi: 10.3390/molecules26092415
- Omega-3 deficiency impairs honey bee learning / Y. Arien et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. Vol. 112, No 51. P. 15761–15766.
- Polyunsaturated fatty acid metabolism / Edited by: G. C. Burdge. 2018. Academic Press et AOCS Press. 252 p.
- Ponce de León I., Hamberg M., Castresana C. Oxylipins in moss development and defense. *Front Plant Sci*. 2015. Vol. 6. P. 44–65. doi: 10.3389/fpls.2015.00483
- Ranneh Y., Akim A. M., Hamid H. A., Khazaai H., Fadel A., Zakaria Z. A., Albujja M., Fadzelly M., Bakar A. Honey and its nutritional and anti-inflammatory value. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2021. Vol. 21, Issue 30. P. 1–17. doi: <https://doi.org/10.1186/s12906-020-03170-5>
- Ruedenauer F. A., Biewer N. W., Nebauer C. A., Scheiner M., Spaethe J., Leonhardt S. D. Honey Bees Can Taste Amino and Fatty Acids in Pollen, but Not Sterols. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2021. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.684175>. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2021.684175/full>
- Serdiuk V., Sklabinskyi V., Bolshanina S., Ableyev A., Dychenko T. Prevention of Hydrosphere Contamination with Electroplating Solutions through Electromembrane Processes of Regeneration. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21, No 4. P. 61–69. doi: 10.12911/22998993/119801
- Stabler D., Al-Esawy M., Chennells J. A., Perri G., Robinson A., Wright G. A. Regulation of dietary intake of protein and lipid by nurse-age adult worker honeybees. *J. Exp. Biol*. 2021. Vol. 224, Issue. 3. P. 1–9. doi: 10.1242/jeb.230615
- Stanley D., Kim Y. Prostaglandins and Other Eicosanoids in Insects: Biosynthesis and Biological Actions. *Frontiers in Physiology*. 2019. Vol. 9. doi.org/10.3389/fphys.2018.01927
- The role of prostaglandins in livestock production / B. Okon. *Global Journal of Agricultural Sciences*. 2016. Vol. 15, № 1. P. 27–30.
- Takic M., Zekovic M., Terzic B., Stojasavljevic A., Mijuskovic M., Radjen S., Ristic-Medic D. Zinc Deficiency, Plasma Fatty Acid Profile and Desaturase Activities in Hemodialysis Patients: Is Supplementation Necessary? *Frontiers in Nutrition*. 2021. Vol. 8. P. 1–15. doi:10.3389/fnut.2021.700450
- Younus H. Therapeutic potentials of superoxide dismutase. *Int. J. Health Sci*. 2018. Vol. 12, № 3. P. 88–93.

**PECULIARITIES OF THE EFFECT OF HEAVY METALS AND FATTY ACIDS OF BEE POLLEN ON THE REPRODUCTIVE CAPACITY OF QUEEN BEES**

Yosyp RIVIS<sup>1</sup>, Volodymyr POSTOIENKO<sup>2</sup>, Olha STADNYTSKA<sup>1</sup>, Ivan SARANCHUK<sup>3</sup>, Oleh KLYM<sup>1</sup>, Oleksandr DIACHENKO<sup>1</sup>, Vasyl FEDAK<sup>1</sup>, Andrii SHELEVACH<sup>1</sup>, Olha HOPANENKO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS

<sup>2</sup>NSC "Institute of beekeeping named after P. I. Prokopovych"

<sup>3</sup>Bukovyna State Agricultural Research Station

<sup>4</sup>VNKZ LOR "Lviv Medical Academy named after Andrey Krupynskyi"

The article states that experimental apiaries of clinically healthy honey bees of the Carpathian breed were selected on the basis of private apiaries in the mountain, foothill and forest-steppe zones of the Lviv region. In order to assess the intensity of man-made load on the environment where experimental bee apiaries are located, the content of Zinc, Copper, Lead and Cadmium in the topsoil, bee pollen and abdominal tissues of honey bees was determined. It was recorded that the ecological condition of the environment worsens in the direction from the mountain to the foothills and further to the forest-steppe zone of the Carpathian region. This is confirmed by the level of Zinc, Copper, Lead, and especially Cadmium in the topsoil, bee pollen, abdominal tissues of honey bees, and the intensity of egg laying by queen bees.

Copper and especially Zinc are extremely necessary for the normal functioning of plant tissues. This is consistent with the relatively high rate of transition of the mentioned mineral elements from the arable layer of the soil to the bee colony in various natural zones of the Carpathian region. At the same time, the transfer coefficients of Cadmium and especially Lead into bee pollen are very low. In the direction from the mountain to the foothills and further to the forest-steppe zone of the Carpathian region, the assimilation of Zinc by plants decreases. This fact is confirmed by the decrease in the coefficient of zinc transition from the arable layer of the soil to the bee colony. At the same time, the assimilation of Cadmium by plants increases. Zinc, Copper, Lead and cadmium, due to the biological value of unsaturated fatty acids in bee pollen, affect the reproductive capacity of honey bees in the Carpathian region.

In particular, in the direction from the mountain to the foothills and further to the forest-steppe zone of the Carpathian region, due to the high concentration of Zinc, Copper, Lead and especially Cadmium, the biological value of unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 bee families decreases bedding for intensive egg-laying of bee queens.

The high level of Zinc, Copper, Lead and Cadmium in bee pollen and abdominal tissues of honey bees obtained from hives located in the foothills and especially the forest-steppe zones of the Carpathian region is a consequence of the urbanization and industrialization of the territories. In the second half of the spring period, the egg-laying intensity of queen bees kept in hives located in the foothills and especially in the forest-steppe zones of the Carpathian region is 1.12 and 1.17 times lower, respectively, compared to queen bees in the mountain zone.

Bee pollen and abdominal tissues of honey bees can serve as a bioindicator of the ecological state of the environment by the content of Zinc, Copper, Lead, Cadmium and unsaturated fatty acids of the omega-3, omega-6, omega-7 and omega-9 families. An integrated indicator such as the intensity of egg-laying by queen bees can also serve as a good bioindicator of the ecological state of the environment.

**Keywords:** natural zones of the Carpathian region, heavy metals, fatty acids, arable soil layer, bee pollen, bee abdominal tissues, egg-laying intensity of queen bees, bioindicator.

Отримано: 10.05.2023

Погоджено до друку: 29.05.2023

Колектив Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН вітає  
Валентину Вікторівну Гливу з присудженням вченого звання старшого дослідника.



**ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ПОМІСНИХ ТЕЛИЦЬ І КОРІВ ПОРІД УКРАЇНСЬКА ЧОРНО-РЯБА МОЛОЧНА x ГОЛШТИНСЬКА РІЗНИХ ТИПІВ КОНСТИТУЦІЇ**Василь ФЕДАК<sup>1</sup>, Михайло ПОЛУЛІХ<sup>1</sup>, Ольга СТАДНИЦЬКА<sup>1</sup>, Василь БРАТЮК<sup>1</sup>,  
Володимир ДУТКА<sup>2</sup>, Роман ОСЕРЕДЧУК<sup>2</sup>, кандидати сільськогосподарських наук<sup>1</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені Степана Гжицького,  
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна  
e-mail: vasylfedak55@gmail.com

Всі фізіологічні процеси у тваринному організмі супроводжуються відповідними змінами в крові. За змінами гемограм в різні вікові періоди можна встановити стан та інтенсивність перебігу обмінних процесів в організмі тварин. Еритроцити приймають участь у водному і сольовому балансі організму, вони набухають у венозній крові і віддають зайву рідину крові артеріальній. Ця їх особливість особливо важлива для процесів дихання та потовиділення.

Протеїн сироватки крові є основним індикатором біосинтезу білка в організмі тварин. Аналіз одержаних даних показує, що за вмістом загального протеїну в сироватці крові помісні телиці в 6, 12, 18 місяців, нетелі на 8-9 місяці тільності та первістки на 2-3 місяці лактації дослідної групи переважали контрольних аналогів відповідно на 2,48; 10,24; 6,90; 10,42 і 10,12%. У контрольну групу входили тварини з низьким фізіологічно-селекційним індексом (n=10), а в дослідну відповідно з високим (n=10).

У середньому за весь період експерименту перевага тварин дослідної групи над контрольними становила 6,36%. Отже, за вмістом загального протеїну в сироватці крові тварини високоферментного типу (дослідна група) значно переважали аналогів низькоферментного типу (контрольна група). Це говорить про те, що рівень білкового обміну у тварин дослідної групи протікав інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

Важливим компонентом білкового обміну в організмі сільськогосподарських тварин є ензими переамінування – аспартат- і аланінамінотрансферази (АСТ і АЛТ). Вивчення активності каталази в крові піддослідних телиць в 3, 6, 12, 18 місяців, нетелей на 8-9 місяці тільності та корів на 2-3 місяці лактації показало, що тварини дослідної групи переважали контрольних ровесниць відповідно на 11,52; 11,02; 11,34; 10,84; 15,37; 5,81%. У середньому за весь період дослідження тварини дослідної групи переважали контрольних на 10,54%.

У цілому за біохімічними показниками крові у постнатальному онтогенезі тварини дослідної групи значно перевищували контрольних аналогів. Це вказує на те, що рівень метаболічних процесів у організмі тварин дослідної групи протікав набагато інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

**Ключові слова:** фізіологічні показники крові, телиці, тип конституції.

**Вступ.**

Кров в організмі тварини виконує багато життєво важливих функцій (Hryban V. H. et al., 2018; Kozhemiakin Yu. M. et al., 2008). Зокрема, еритроцити виконують дихальну, а лейкоцити захисну функції (Torpuria L. Yu., 2021; Filonenko M. A., Saifetdinova N. A., 2015). Дослідженнями багатьох науковців відмічено, що за вмістом еритроцитів у крові тварин різних порід можна встановити рівень метаболічних процесів, які проходять в організмі при вирощуванні (Huston P., 2017). Це свідчить про достатню забезпеченість організму молодняка киснем у процесі росту й розвитку та оптимізує відповідний ріст органів і систем (Shirakami Y. L. et al., 2021). Встановлено, що у бугайців кількість еритроцитів у крові вища, ніж у телиць, що обумовлено статевим диморфізмом тварин (Hryban V. H. et al., 2018; Lysenko M. V. et al., 2019; Zhurakivska O. Ya. et al., 2018).

Особливе місце в окисно-відновних процесах у крові й в цілому в організмі займають каталаза, глутатіон, гемоглобін, загальний білок і інші

складники, які знаходяться в еритроцитах і приймають найактивнішу участь у дихальній функції крові (Lysenko M. V. et al., 2019; Shamelashvili K. L. et al., 2015).



Важливим біохімічним показником, який відображає рівень окисно-відновних процесів у крові є ензим каталаза (Visser S. A., 2008). Він є своєрідним санітаром у клітинах і тканинах,

розщеплюючи перекис водню на кисень і воду. З віком активність каталази змінюється по-різному (Buchko O. M., 2011; Burtis C. A. et al., 2015). Федак та інші відмічають хвилюподібну зміну активності каталази в крові в постнатальному періоді при помітному рівні вирощування молодняку різних порід (Kozhemiakin Yu. M. et al., 2008; Fedak V. D., 2011; Khmelnychy L. M. et al., 2018).

Глютатіон є також одним з важливих ензимів крові, який стимулює ріст тварин (Papin L. E., Usynin I. F., 2016). Він приймає активну участь у дихальній функції крові (McCunn M., Karlin A., 2019). Глютатіон – це пептид глютамінової кислоти, цистеїну та гліцину (Buchko O. M., 2011). Наявність в структурі глютатіону SH-груп дає йому можливість бути послідовно донором, окислюючись в SS-форму, або акцептором, відновлюючись знову в SH-форму за рахунок окислюючої речовини (Huston P., 2017). Глютатіон знаходиться в еритроцитах, а в плазмі крові він відсутній (Khalak V. I., 2018).

У різні вікові періоди вміст загального глютатіону в крові різний, що свідчить про неоднакову спрямованість окисно-відновних процесів у молодняка, що росте. Найвищий вміст глютатіону було встановлено в 3-місячних телят з подальшим пониженням його з незначними коливаннями в процесі росту й розвитку. З віком дисиміляційні процеси в організмі зростають, тому вміст глютатіону (загального, окисленого й відновленого) в крові показує рівень окисно-відновних процесів, які протікають в організмі молодняка в постнатальному онтогенезі.

Гемоглобін є сполукою, яка транспортує із легень кисень до тканин організму, а з тканин до легень переносить продукт обміну – вуглекислоту. За рівнем концентрації гемоглобіну судять про дихальну функцію крові та характеризують біологічні особливості організму тварин.

Важливе значення в обмінних і синтетичних процесах організму відіграють протеїни крові, які входять в складний комплекс ензимних систем. Концентрація загального протеїну в сироватці крові є індикатором складних метаболічних процесів, які проходять в організмі. У постнатальному періоді



вміст загального білка в сироватці крові у молодняка великої рогатої худоби зростає, що зумовлено зниженням інтенсивності метаболічних процесів з віком тварин. Отже, вміст загального протеїну в сироватці крові характеризує перебіг метаболічних процесів, які характерні білковому обміну в організмі молодняка, що росте.

У структуру сірковмісних амінокислот, глютатіону та інших ензимів входять SH-групи, вміст яких у сироватці крові свідчить про інтенсивність перебігу білкового обміну в організмі тварин.

### Матеріали і методи.

У контрольну групу входили тварини з низьким фізіолого-селекційним індексом ( $n=10$ ), а в дослідну відповідно з високим ( $n=10$ ). Всі фізіологічні процеси в тваринному організмі супроводжуються відповідними змінами в крові. За змінами гемограми в різні вікові періоди можна встановити стан і інтенсивність перебігу обмінних процесів в організмі тварин.

Враховуючи той факт, що вся сукупність метаболічних процесів в організмі між собою взаємозв'язана, коефіцієнт кореляції між цими показниками досить високий. Тому за активністю ензимів крові в значній мірі можна характеризувати також рівень метаболічних процесів в цілому і, зокрема, білкового обміну. При помітному рівні вирощування молодняку чорно-рябої породи вміст гемоглобіну, загального глютатіону і загального протеїну, а також активність АСТ, АЛТ і каталази комплексно відображають рівень обмінних і синтетичних процесів в організмі.

У доступній нам літературі надто мало висвітлено питання взаємозв'язку активності АСТ і АЛТ сироватки крові з іншими біохімічними показниками. Комплексних досліджень з висвітлення взаємозв'язку активності ензимів переамінування з іншими морфологічними і біохімічними показниками крові в української чорно-рябої молочної породи, помісей українська чорно-рябомолочна х українська м'ясна, волинської та поліської м'ясних порід в західному регіоні України проведено недостатньо. Тому нашою метою було проведення поглиблених досліджень з даної проблеми.

### Результати та обговорення.

Показники вікової зміни кількості еритроцитів у крові піддослідних тварин наведено в табл. 1.

Дослідженнями встановлено, що кількість еритроцитів у крові помісних телиць в 3, 6, 12, 18 місяців, нетелей на 8-9 місяці тільності та корів на 2-3 місяці лактації дослідної групи була вищою, ніж у контрольних відповідно на 5,37; 4,17; 10,67; 6,05; 12,63; 6,69%. У середньому за весь період дослідження кількість еритроцитів у крові була вищою у тварин дослідної групи на 7,4%.

**Таблиця 1. Кількість еритроцитів у крові помісних телиць, нетелів і корів українська чорно-ряба молочна х голштинська,  $10^{12}/л$**

| Вік, місяці                    | Групи ( $M \pm m$ ) |                       | $\pm$ до контролю |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
|                                | контрольна (n=10)   | дослідна (n=10)       |                   |
| телиці: 3                      | $6,15 \pm 0,13$     | $6,48 \pm 0,55^{**}$  | +0,33             |
| 6                              | $6,96 \pm 0,36$     | $7,25 \pm 0,16$       | + 0,29            |
| 12                             | $4,50 \pm 0,15$     | $4,98 \pm 0,02^{***}$ | + 0,48            |
| 18                             | $4,76 \pm 0,12$     | $5,05 \pm 0,07^{**}$  | + 0,29            |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | $5,94 \pm 0,02$     | $6,69 \pm 0,06^{***}$ | + 0,75            |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | $6,43 \pm 0,13$     | $6,86 \pm 0,09^{**}$  | + 0,43            |
| у середньому                   | $5,79 \pm 0,15$     | $6,21 \pm 0,16^{**}$  | + 0,42            |

Примітка: тут і далі дані достовірні \* –  $p < 0,05$ –0,02; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Таким чином, за кількістю еритроцитів у крові тварини з високим фізіолого-селекційним індексом (дослідна група) вірогідно перевищували аналогів з низьким фізіолого-селекційним індексом

(контрольна група). Це свідчить про те, що у тварин дослідної групи рівень метаболічних процесів в організмі протікав інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

**Таблиця 2. Вміст гемоглобіну в крові помісних телиць, нетелів і корів чорно-ряба х голштинська, г/л**

| Вік, місяці                    | Групи ( $M \pm m$ ) |                       | $\pm$ до контролю |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
|                                | контрольна (n=10)   | дослідна (n=10)       |                   |
| телиці: 3                      | $103,0 \pm 2,1$     | $111,1 \pm 1,1^{***}$ | + 8,0             |
| 6                              | $117,0 \pm 4,0$     | $125,0 \pm 2,4^{*}$   | + 8,0             |
| 12                             | $107,3 \pm 2,8$     | $117,1 \pm 2,4^{**}$  | + 9,8             |
| 18                             | $113,5 \pm 3,2$     | $119,7 \pm 1,5^{*}$   | + 6,2             |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | $108,8 \pm 0,6$     | $119,3 \pm 0,6^{***}$ | + 10,5            |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | $110,0 \pm 1,5$     | $117,2 \pm 1,7^{**}$  | + 7,2             |
| у середньому                   | $109,9 \pm 2,4$     | $118,2 \pm 1,6^{***}$ | + 8,3             |

У структурі еритроцитів знаходиться гемоглобін, кожна молекула якого скріплена чотирма атомами заліза, до якого приєднуються атоми кисню, утворюючи нестійкий комплекс для легкої віддачі кисню тканинам. За вмістом гемоглобіну в крові телиць в 3, 6, 12, 18 місяців, нетелі та на 8-9 місяці тільності та корови-первістки на 2-3 місяці лактації дослідної групи, переважали контрольних аналогів відповідно на 7,77; 6,84; 9,13; 5,46; 9,65 і 6,54% (табл. 6). У середньому за весь період дослідів тварини дослідної групи переважали ровесниць контрольної на 7,55%.

Таким чином, за вмістом гемоглобіну в крові тварини високоферментного типу вірогідно

переважали аналогів низькоферментного типу, що свідчить про те, що окисно-відновні процеси в крові дослідних тварин проходили інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

**Рівень протейнового обміну в організмі тварин.** Протеїн сироватки крові є основним індикатором біосинтезу білка в організмі тварин.

Аналіз одержаних даних показує, що за вмістом загального білка в сироватці крові помісні телиці в 6, 12, 18 місяців, нетелі на 8-9 місяці тільності та первістки на 2-3 місяці лактації дослідної групи переважали контрольних аналогів відповідно на 2,48; 10,24; 6,90; 10,42 і 10,12% (табл. 3).

**Таблиця 3. Вміст загального протеїну в сироватці крові помісних телиць, нетелів і корів українська чорно-ряба молочна х голштинська, г/л**

| Вік, місяці                    | Групи ( $M \pm m$ ) |                      | $\pm$ до контролю |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
|                                | контрольна (n=10)   | дослідна (n=10)      |                   |
| телиці: 3                      | $66,4 \pm 1,9$      | $67,9 \pm 4,0$       | + 1,5             |
| 6                              | $68,6 \pm 3,8$      | $70,3 \pm 1,5$       | + 1,7             |
| 12                             | $67,4 \pm 1,7$      | $74,3 \pm 1,5^{***}$ | + 6,9             |
| 18                             | $69,6 \pm 3,0$      | $74,4 \pm 0,9$       | + 4,8             |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | $67,2 \pm 2,2$      | $74,2 \pm 0,4^{***}$ | + 7,0             |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | $74,1 \pm 0,8$      | $81,6 \pm 3,5^{**}$  | + 7,5             |
| у середньому                   | $69,1 \pm 2,6$      | $73,5 \pm 1,6$       | + 4,4             |

У середньому за весь період експерименту перевага тварин дослідної групи над контрольними становила 6,36%. Отже, за вмістом загального білка в сироватці крові тварини з високим фізіолого-селекційним індексом (дослідна група) значно переважали аналогів з низьким фізіолого-селекційним індексом (контрольна група). Це

говорить про те, що рівень білкового обміну у тварин дослідної групи протікав інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

Важливим компонентом білкового обміну в організмі сільськогосподарських тварин є ензими переамінування – аспартат-аланінамінотрансферази (АСТ і АЛТ).

**Таблиця 4. Активність АСТ в сироватці крові помісних телиць, нетелів і корів українська чорно-ряба молочна х голштинська, од/л<sup>3</sup>**

| Вік, місяці                    | Групи, М ± m      |                  | ± до контролю |
|--------------------------------|-------------------|------------------|---------------|
|                                | контрольна (n=10) | дослідна (n=10)  |               |
| телиці: 3                      | 33,47 ± 0,79      | 33,73 ± 0,79     | -0,26         |
| 6                              | 30,80 ± 0,58      | 34,36 ± 0,22     | +3,56         |
| 12                             | 29,49 ± 1,11      | 39,97 ± 1,15**** | +10,48        |
| 18                             | 38,17 ± 0,35      | 44,11 ± 0,26**** | +5,94         |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | 45,10 ± 0,40      | 47,99 ± 0,40**** | +2,89         |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | 33,14 ± 0,44      | 36,80 ± 0,29**** | +3,56         |
| у середньому                   | 35,05 ± 0,61      | 39,45 ± 0,52**** | +4,42         |

За активністю АСТ в сироватці крові телиць в 6, 12, 18 місяців, нетелі на 8-9 місяці тільності та корови на 2-3 місяці лактації дослідної групи переважали контрольних аналогів на 11,56; 35,54; 15,56; 6,41 і 11,04%. У середньому за весь період дослідження за активністю АСТ в сироватці крові тварини дослідної групи переважали контрольних ровесниць на 12,62%.

Аналогічна закономірність спостерігалася і за активністю АЛТ в сироватці крові (табл. 5). Телиці в 3, 6, 12, 18 місяців, нетелі на 8-9 місяці тільності і корови на 2-3 місяці лактації дослідної групи переважали контрольних відповідно на 7,50; 23,30; 34,72; 11,38; 7,73 і 14,53%. У середньому за весь період дослідження тварини дослідної групи переважали контрольних аналогів на 14,55%.

**Таблиця 5. Активність АЛТ в сироватці крові помісних телиць, нетелів і корів українська чорно-ряба молочна х голштинська, од/л<sup>3</sup>**

| Вік, місяці                    | Групи, М ± m      |                  | ± до контролю |
|--------------------------------|-------------------|------------------|---------------|
|                                | контрольна (n=10) | дослідна (n=10)  |               |
| телиці: 3                      | 17,73 ± 0,58      | 19,06 ± 0,58     | + 1,33        |
| 6                              | 16,18 ± 0,58      | 19,95 ± 0,38**** | + 3,77        |
| 12                             | 16,62 ± 1,45      | 22,39 ± 1,05***  | + 5,77        |
| 18 (перед осіменінням)         | 21,97 ± 0,75      | 24,47 ± 0,65**   | + 2,50        |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | 29,50 ± 0,37      | 31,78 ± 0,38**** | + 2,28        |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | 26,27 ± 0,50      | 29,30 ± 1,24***  | + 3,03        |
| у середньому                   | 21,38 ± 0,70      | 24,49 ± 0,71***  | + 3,11        |

Таким чином, за активністю АСТ і АЛТ в сироватці крові тварини з високим фізіолого-селекційним індексом вірогідно переважали аналогів з низьким фізіолого-селекційним індексом.

Це свідчить про те, що рівень протеїнового обміну у тварин дослідної групи у постнатальному онтогенезі протікав інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

**Таблиця 6. Індекс оцінки типу конституції помісних телиць українська чорно-ряба молочна х голштинська**

| Вік, місяці  | Групи, М ± m      |                 | ± до контролю |
|--------------|-------------------|-----------------|---------------|
|              | контрольна (n=10) | дослідна (n=10) |               |
| 3            | 19,54             | 21,07           | + 1,53        |
| 6            | 30,01             | 36,32           | + 6,31        |
| 12           | 51,92             | 72,53           | + 20,61       |
| 18           | 86,03             | 102,41          | + 16,38       |
| у середньому | 46,87             | 58,08           | + 11,21       |

За індексом оцінки типу конституції, вирахуванням за активністю АСТ і АЛТ в сироватці крові, телиці дослідної групи в 3, 6, 9, 12 і 18 місяців переважали контрольних відповідно на 7,83; 21,03; 39,70 і 19,04% (табл. 6). У середньому за весь період дослідів телиці дослідної групи за цим показником переважали контрольних аналогів на 23,92%.

Таким чином, у телиць дослідної групи обмінні процеси в організмі протікали інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

У структуру білків та інших ензимних систем входять сульфгідрильні (SH) групи. Вони також входять в склад глютаміну, який приймає активну участь в окислювальних процесах організму тварин. За вмістом сульфгідрильних груп можна встановити не тільки рівень білкового обміну в організмі, а й інтенсивність окисно-відновних процесів у ньому. На практиці у фізіолого-біохімічних дослідженнях визначають загальні, залишкові та білкові сульфгідрильні групи.

**Таблиця 7. Вміст загальних сульфгідрильних груп у крові помісних тварин українська чорно-ряба молочна х голштинська, г<sup>-3</sup>/л цистеїну**

| Вік, місяці                    | Групи, М ± m      |                  | ± до контролю |
|--------------------------------|-------------------|------------------|---------------|
|                                | контрольна (n=10) | дослідна (n=10)  |               |
| телиці: 3                      | 610,8 ± 53,4      | 636,0 ± 8,7      | + 25,2        |
| 6                              | 494,7 ± 10,1      | 565,4 ± 20,2***  | + 70,7        |
| 12                             | 736,9 ± 35,3      | 820,3 ± 26,4*    | + 83,4        |
| 18                             | 484,5 ± 23,1      | 605,7 ± 15,1**** | + 121,2       |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | 709,3 ± 15,4      | 860,8 ± 2,5****  | + 151,5       |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | 615,8 ± 10,1      | 649,4 ± 8,8**    | + 33,6        |
| у середньому                   | 608,7 ± 24,6      | 689,6 ± 13,6***  | + 80,9        |

За вмістом загальних сульфгідрильних груп у крові дослідні телиці в 3, 6, 12, 18 місяців, нетелі на 8-9 місяці тільності та корови на 2-3 місяці лактації переважали контрольних аналогів відповідно на

4,12; 14,29; 11,32; 25,01; 21,36 і 5,46% (табл. 7). У середньому за весь період дослідів тварини дослідної групи переважали контрольних на 13,29%.

**Таблиця 8. Вміст залишкових SH-груп у крові помісних телиць, нетелів і корів українська чорно-ряба молочна х голштинська, г<sup>-3</sup>/л цистеїну**

| Вік, місяці                    | Групи, М ± m      |                 | ± до контролю |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
|                                | контрольна (n=10) | дослідна (n=10) |               |
| телиці: 3                      | 161,4 ± 15,7      | 177,6 ± 4,0     | + 16,2        |
| 6                              | 149,4 ± 5,3       | 179,7 ± 6,6***  | + 30,3        |
| 12                             | 128,2 ± 4,4       | 161,5 ± 4,0**** | + 33,3        |
| 18                             | 117,0 ± 4,0       | 143,3 ± 5,3**** | + 26,3        |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | 123,2 ± 4,1       | 147,4 ± 2,0**** | + 24,2        |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | 143,3 ± 4,0       | 159,5 ± 4,0***  | + 16,2        |
| у середньому                   | 137,1 ± 6,2       | 161,5 ± 4,3***  | + 24,4        |

За вмістом залишкових сульфгідрильних груп у крові дослідні телиці в 3, 6, 12, 18 місяців, нетелі на 8-9 місяці тільності та корови на 2-3 місяці лактації переважали контрольних ровесниць відповідно на 10,04; 20,28; 25,97; 22,48; 19,64 і 11,30% (табл. 8).

У середньому за весь період дослідів цей показник у дослідних тварин, порівняно з контрольними, був вищим на 17,80%.

За вмістом білкових SH-груп у крові телиці в 3-, 6-, 12-, 18-місячному віці, нетелі на 8-9 місяці тільності та первістки на 2-3 місяці лактації дослідної групи переважали контрольних аналогів відповідно на 4,99; 8,19; 4,80; 16,63; 10,07 і 5,81%. У середньому за весь період дослідів тварини дослідної групи переважали контрольних на 8,11% (табл. 9).

Таким чином, за вмістом загальних, залишкових і білкових SH-груп у крові телиць, нетелів і корів у постнатальному онтогенезі особини з високим



фізіолого-селекційним індексом (дослідна група) вірогідно переважали аналогів з низьким фізіолого-селекційним індексом (контрольна група). Це

свідчить про те, що рівень білкового обміну в організмі, а також інтенсивність окисно-відновних

процесів у тварин дослідної групи, порівняно з аналогами контрольної групи, були вищими.

**Таблиця 9. Вміст білкових SH-груп у крові помісних телиць, нетелів і корів українська чорно-ряба молочна х голштинська, г<sup>-3</sup>/л цистеїну**

| Вік, місяці                    | Групи, М ± m      |                 | ± до контролю |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
|                                | контрольна (n=10) | дослідна (n=10) |               |
| телиці: 3                      | 6575,7 ± 539,4    | 6903,9 ± 91,3   | + 328,2       |
| 6                              | 5069,0 ± 429,4    | 5484,0 ± 102,4  | + 415,0       |
| 12                             | 8642,7 ± 615,4    | 9057,8 ± 768,5  | + 415,1       |
| 18                             | 5323,5 ± 532,3    | 6208,8 ± 209,6  | + 885,3       |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | 8740,0 ± 480,0    | 9620,0 ± 504,0* | + 880,0       |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | 6020,0 ± 290,0    | 6370,0 ± 110,0  | + 350,0       |
| у середньому                   | 6728,5 ± 481,1    | 7274,1 ± 297,6  | + 545,6       |

#### Окисно-відновні процеси в крові тварин.

Дихальний пігмент гемоглобін, а також цілий ряд ензимів, в тому числі таких, як каталаза і глутатіон, знаходяться в еритроцитах і приймають важливу участь в окисно-відновних процесах в клітинах і тканинах організму. Глутатіон в крові виконує окисно-відновну функцію і в загальному приймає участь у дихальному процесі організму. За вмістом загального, відновленого й окисленого глутатіону в крові судять про інтенсивність окисно-відновних процесів в організмі тварин.

Помісні телиці дослідної групи в 3, 6, 12, 18 місяців, нетелі на 8-9 місяці тільності й корови на 2-3 місяці лактації за вмістом загального глутатіону в крові переважали контрольних аналогів відповідно



на 4,13; 20,12; 3,55; 4,79; 11,59 і 4,89% (табл. 10). У середньому за весь період дослідження тварини дослідної групи за вказаним показником переважали контрольних аналогів на 7,75%.

**Таблиця 10. Вміст загального глутатіону в крові помісних телиць, нетелів і корів українська чорно-ряба молочна х голштинська, г<sup>-3</sup>/л**

| Вік, місяці                    | Групи, М ± m      |                 | ± до контролю |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
|                                | контрольна (n=10) | дослідна (n=10) |               |
| телиці: 3                      | 334,8 ± 8,9       | 360,1 ± 10,8    | + 14,3        |
| 6                              | 310,1 ± 1,74      | 372,5 ± 10,6**  | + 62,4        |
| 12                             | 383,4 ± 12,6      | 397,0 ± 2,7     | + 13,6        |
| 18 (перед осіменінням)         | 428,2 ± 2,3       | 448,7 ± 4,5***  | + 20,5        |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | 406,3 ± 0,57      | 453,4 ± 9,1***  | + 47,1        |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | 457,4 ± 4,6       | 479,8 ± 2,7**   | + 22,4        |
| у середньому                   | 388,5 ± 5,12      | 418,6 ± 6,73**  | + 30,1        |

За вмістом відновленого глутатіону в крові (табл. 11) телиці дослідної групи у віці 3, 6, 12, 18 місяців, нетелі на 8-9 місяці тільності та корови на 2-3 місяці лактації також істотно переважали контрольних аналогів. Перевага над ровесницями за даним показником в постнатальному онтогенезі становила відповідно 2,58; 13,12; 7,89; 3,42; 13,67 і 2,56%. У середньому за цим показником за весь період досліджень дослідні тварини переважали контрольних аналогів на 6,97%.

За вмістом окисленого глутатіону в крові помісні телиці дослідної групи у досліджувані вікові

періоди 3, 6, 12, 18 місяців, нетелі на 8-9 місяці тільності й первістки на 2-3 місяці лактації переважали контрольних ровесниць відповідно на 21,33; 86,49; 25,48; 23,35; 8,13 і 13,66% (табл. 12).

Таким чином, за рівнем окисно-відновних процесів в організмі на основі вивчення загального, відновленого й окисленого глутатіону крові тварини з високим фізіолого-селекційним індексом (дослідна група) істотно переважали аналогів з низьким фізіолого-селекційним індексом (контрольна група).

**Таблиця 11. Вміст відновленого глутатіону в крові помісних телиць, нетелів і корів українська чорно-ряба молочна х голштинська, г<sup>-3</sup>/л**

| Вік, місяці                    | Групи, М ± m      |                 | ± до контролю |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
|                                | контрольна (n=10) | дослідна (n=10) |               |
| телиці: 3                      | 317,2 ± 10,2      | 325,4 ± 10,6    | + 8,20        |
| 6                              | 280,4 ± 13,5      | 317,2 ± 8,9**   | + 3,80        |
| 12                             | 324,3 ± 5,7       | 349,9 ± 3,5***  | + 25,6        |
| 18                             | 388,8 ± 3,7       | 402,1 ± 4,7**   | + 13,3        |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | 366,4 ± 5,7       | 416,5 ± 10,0*** | + 49,2        |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | 379,1 ± 2,6       | 388,8 ± 3,7**   | + 9,7         |
| у середньому                   | 342,7 ± 6,9       | 366,6 ± 6,9**   | + 23,9        |

**Таблиця 12. Вміст окисленого глутатіону в крові помісних телиць, нетелів і корів чорно-ряба х голштинська, г<sup>-3</sup>/л**

| Вік, місяці                    | Групи, М ± m      |                 | ± до контролю |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
|                                | контрольна (n=10) | дослідна (n=10) |               |
| телиці: 3                      | 28,6 ± 4,1        | 34,7 ± 2,0      | + 6,1         |
| 6                              | 29,6 ± 5,0        | 55,2 ± 11,6*    | + 26,0        |
| 12                             | 47,1 ± 15,0       | 59,1 ± 7,5      | + 12,0        |
| 18                             | 39,4 ± 5,2        | 48,6 ± 2,2      | + 9,2         |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | 36,9 ± 4,7        | 39,9 ± 4,0      | + 3,0         |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | 78,3 ± 3,1        | 89,0 ± 1,8      | + 10,7        |
| у середньому                   | 43,3 ± 4,5        | 54,4 ± 4,8*     | + 11,1        |

Таким чином, за рівнем окисно-відновних процесів в організмі на основі вивчення загального, відновленого й окисленого глутатіону крові тварини з високим фізіолого-селекційним індексом

(дослідна група) істотно переважали аналогів з низьким фізіолого-селекційним індексом (контрольна група).

**Таблиця 13. Активність каталази в крові помісних телиць, нетелів і корів українська чорно-ряба молочна х голштинська, г<sup>-3</sup> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/л**

| Вік, місяці                    | Групи, М ± m      |                 | ± до контролю |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
|                                | контрольна (n=10) | дослідна (n=10) |               |
| телиці: 3                      | 7,29 ± 0,32       | 8,13 ± 0,64*    | + 0,84        |
| 6                              | 6,17 ± 0,20       | 6,85 ± 0,06*    | + 0,68        |
| 12                             | 6,26 ± 0,30       | 6,97 ± 0,10**   | + 0,71        |
| 18                             | 6,46 ± 0,26       | 7,16 ± 0,19**   | + 0,70        |
| нетелі на 8 – 9 міс. тільності | 5,53 ± 0,08       | 6,38 ± 0,30**   | + 0,85        |
| корови на 2 – 3 міс. лактації  | 9,29 ± 0,15       | 9,83 ± 0,03*    | + 0,54        |
| у середньому                   | 6,83 ± 0,22       | 7,55 ± 0,22**   | + 0,72        |

Вивчення активності каталази в крові піддослідних телиць в 3, 6, 12, 18 місяців, нетелів на 8-9 місяці тільності та корів на 2-3 місяці лактації показало, що тварини дослідної групи переважали контрольних ровесниць відповідно на 11,52; 11,02; 11,34; 10,84; 15,37; 5,81% (табл. 13).

У середньому за весь період досліді тварини дослідної групи переважали контрольних на 10,54%.

#### Список використаної літератури

- Breeding situation in DPDG "Oleksandrivske" for breeding Ukrainian red-spotted and black-spotted dairy breeds and ways to improve it. / G. S Kovalenko and others. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Vol. 51. P. 69–73.
- 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.

#### Висновки.

У цілому за біохімічними показниками крові у постнатальному онтогенезі тварини дослідної групи значно переважали контрольних аналогів. Це вказує на те, що рівень метаболічних процесів у організмі тварин дослідної групи протікав набагато інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

- Buchko O. M., Maksimovic I. Y. Link glutathione antioxidant protection of holstein cattle under the influence of humic additives. *Nature Anim. Biol.* 2011. No 13. P. 60–65.
- Burtis C. A., Ashwood E. R., Bruns D. E. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics*. 4th Edition. MO: Elsevier Saunders. 2015. 2448 p. DOI: 10.1373/clinchem.2005.062638

- Chernyak N. G., Goncharuk O. P. Estimation of the first-born cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed by type of body structure in the breeding farm LLC "Sukholiske". *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Vol. 41. P. 276–280.
- Fedak V. D., Fedak N. M. Physiological and biochemical bases of the formation of productive traits of cattle. *Teoretychni ta praktychni rekomendatsii*. 2011. Obroshyn. 19 p.
- Filonenko M. A., Saifetdinova H. A. Experimental modeling of dysmorphic damage of erythrocytes in Holstein cows. *Ukrainskyi biokhimichnyi zhurnal*. 2015. № 4 (30). P. 27–33.
- Guder W. G., Schmidt Z. U. Erythrocytes cell heterogeneity. The distribution of pyruvatekinase and phosphoenolpyruvate carboxykinase (GTP) in the blood of holstein cattle fed microbial protein additives. *J. Physiol. Chem.* 2005. Vol. 357. P. 1793–1800.
- Huston P. Building a blood system types in animal science during the 21st century. *Canadian animal sci. journ.* 2017. No 3. P. 88–95.
- Hryban V. H., Yefimov O. S., Rakytiatskyi V. M. The use of preparations of protein nature in combination with trace elements for the correction of metabolism in cows. *Naukovyi visnyk NAU*. K. 2018. Issue 78. P. 64–66.
- Kaminskyi V. F., Gadzalo J. M., Bashchenko M. I. Modern tendencies and directions of development of organic animal husbandry. *Naukovi osnovy vyrobnytstva orhanichnoi produktsii tvarynnystva v Ukraini*. 2016. No 15. P. 359–364.
- 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. Vol. 41. P. 78–89.
- Khmelnichyi L. M., Khmelnichyi S. L. Population and genetic parameters of linear conformation traits cows firstborn ukrainian black-and-white dairy breed. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Vol. 58. P. 67–69.
- Khmelnichyi 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 natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii «Tvarynnystvo»*. 2017. Vol. 7 (33). P. 48–58.
- Khmelnichyi L. M., Vechorka V. V., Khmelnichyi 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. Vol. 56. P. 77–83.
- Kozhemiakin Yu. M., Filonenko M. A., Saifetdinova H. A. Scientific and practical recommendations for keeping farm animals and working with them. K.: Avitsenna. 2008. 155 p.
- Lysenko M. V., Boiko V. I., Zamazii M. D. Anatomy and physiology of farm animals: Pidruchnyk. K.: Libra. 2019. 415 p.
- Mazzachi B. C., Peake M. J., Ehrhardt V. S. Reference range and method of comparison studies for enzymatic and creatinine assays in blood plasma and serum. *Clinical laboratory*. 2000. No 46(1–2). P. 53–5.
- McCunn M., Karlin A. Nonblood fluid resuscitation. *Anesth. clinics of North Amer.* 2019. No 1. P. 107–123.
- Naumenko V. V., Demchenko V. Yu. The influence of microelements on indicators of gas-energy and protein-mineral exchanges in Holstein cattle in the conditions of the Steppe of Ukraine. *Naukovyi visnyk NAU*. K. 2015. Issue 61. P. 75–86.
- Naumenko V. V., Demchenko V. Yu., Physiology of farm animals: Pidruchnyk. K.: Prosvita. 2014. 289 p.
- Omelkovych S. P., Lisogurska D. V. Characteristics of economically useful qualities of cows of Ukrainian black-and-white dairy breed of different genotypes and their compliance with the parameters of dairy animals. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2022. Vol. 5 (67). P. 135–140.
- Ovsienko A. I., Kulyk O. K., Stasiuk V. D. Effective use of proteins in modern feeding of Holstein cows. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk Kormy i kormovyrobnytstvo*. K.: Ahrarna nauka. 2014. № 54. P. 173–185.
- Panin L. E., Usynin I. F. Changes in the activity of key enzymes of protein metabolism in subpopulations of hepatocytes, non-parenchymal liver cells and blood of cattle. *Naukovyi visnyk NAU*. K. 2016. Issue 75. P. 15–24.
- Pelekhatyi L. M., Kochuk-Yashchenko O. S. Estimation of dairy productivity of cows by exterior. *Tvarynnystvo Ukrainy*. 2014. № 11. P. 5–9.
- Pochukalin A. E., Rizun O. V., Priyma S. V. The level of basic and additional breeding traits in highly productive herds of Ukraine. *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova»*. 2018. Vol. 11. P. 122–130.
- Polupan Yu. P., Melnyk Yu. F., Biryukova O. D. Influence of genetic factors on the productivity of cows. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2019. Vol. 58. P. 41–51.
- Polupan Yu. P. Prospects for pedigree improvement of dairy farming. *Ahrobiz. sohodni*. 2012. № 20 (243). P. 98–103.
- Physiology of farm animals / editor A. Y. Mazurkevych, V. I. Karpovskiy. Pidruchnyk. Vinnytsia: NK. 2018. 345 p.
- Schmucker B. L., Mooney A. L., Jones J. C. Stereological analysis of membrane fine structure in the oxygenated erythrocytes of cattle. *J. Cell Biol.* 2017. Vol. 78. P. 319–337.
- Shamelashvili K. L., Serhiienko M. V., Horila N. I. Blood superoxide dismutase and catalase: enzyme activity under conditions of oxidative stress. *Naukovy zhurnal «ScienceRise»*. 2015. № 5(10). P. 11–15.
- Shcherbatyi P. V., Bodnar V. P., Kropyvka Yu. G. Dynamics of live weight growth and exterior-constitutional features of cows of the Ukrainian

- black- and-white dairy breed of different types of constitution. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho uversytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2016. Vol. 18. № 2 (67). P. 281–286.
- Shirakami Y. L., Clugston R. D., Blaner. W. S. Hepatic metabolism of retinoids and disease associations. *Biochim. Biophys. Acta*. 2021. No 82. P. 124–136.
- Stepchenko L. M., Skoryk T. R. Condition of erythrocyte antioxidant function in cattle by the actions of humic substances. *Technical bulletin of Scientific Institute of Animal Biology and State research control institute of veterinary preparations and feed additives*. 2016. Vol. 7. № 3, 4. C. 137–143.
- Stepchenko L. M., Skoryk M. V. System status of erythrocyte antioxidant protection of cattle under the influence of humic substance. *Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*. 2018. No 7(3–4). P. 137–143.
- Topuriia L. Yu., Topuriia H. M. The influence of drugs of natural origin on the metabolism of substances, immune status and erythropoiesis in cattle. *Naukovyi visnyk NAU*. K. 2021. Issue 95. P. 41–56.
- Visser S. A. Effect of some chemical substances on mitochondrial respiration and oxidative phosphorylation in blood erythrocytes of cattle. *Sci. Total. Environ.* 2008. Vol. 62. P. 347–354.
- Wilson J. W. Cellular structure in relation to function of erythrocytes, approaches to the quantitative description of the liver function. *Int. Journ. Biol. Sci.* 2009. No 14. P. 175–197.
- Zhu H. N., Jia Z. S., Misra H. L. Oxidative stress and redox signaling mechanisms of erythrocytes by some liver disease, updated experimental and clinical evidence. *J. Dig. Dis.* 2019. No 13(3). P. 133–142.
- Zhurakivska O. Ya., Bodnarchuk Yu. V., Pertsovykh V. M. Morphofunctional changes in the blood erythrocytes of 24-month-old holstein heifers in the early stages of experimental diabetes mellitus development. *Word of medicine and biology*. 2018. No 3(65). P. 152–156.

#### PHYSIOLOGICAL INDICATORS OF THE BLOOD OF CROSSBRED HEIFERS AND COWS OF THE UKRAINIAN BLACK-SPOTTED DAIRY X HOLSTEIN BREED OF DIFFERENT TYPES OF CONSTITUTION

Vasyl FEDAK<sup>1</sup>, Mykhailo POLULIKH<sup>1</sup>, Olha STADNYTSKA<sup>1</sup>, Vasyl BRATIUK<sup>1</sup>,  
Volodymyr DUTKA<sup>2</sup>, Roman OSEREDCHUK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

<sup>2</sup>Lviv National Stepan Gzhytsky University of Veterinary Medicine and Biotechnology

All physiological processes in the animal body are accompanied by corresponding changes in the blood. The state and intensity of metabolic processes in the animal's body can be determined by changes in the hemogram in different age periods. Erythrocytes take part in the water and salt balance of the animal body, they swell in the venous blood and give excess fluid to the arterial blood. This feature of them is especially important for the processes of breathing and sweating.

Blood serum protein is the main indicator of protein biosynthesis in the animal body. The analysis of the obtained data shows that according to the content of total protein in the blood serum, heifers at 6, 12, 18 months of age, heifers at 8-9 months of gestation and first-born cows at 2-3 months of lactation of the research group exceeded the control analogues respectively by 2.48; 10.24; 6.90; 10.42 and 10.12%. The control group (n=10) included animals with a low physiological selection index, and the experimental group (n=10) with a high one.

On average, over the entire period of the experiment, the advantage of animals of the experimental group over the control group was 6.36%. Therefore, according to the content of total protein in blood serum, animals of the high-enzyme type (experimental group) significantly prevailed over the analogues of the low-enzyme type (control group). This suggests that the level of protein metabolism in the animals of the experimental group was more intense than in the control counterparts.

An important component of protein metabolism in the body of farm animals are trans-amination enzymes – aspartate and alanine aminotransferases (AST and ALT). The study of catalase activity in the blood of experimental heifers at 3, 6, 12, 18 months of age, heifers at 8-9 months of gestation and cows at 2-3 months of lactation showed that the animals of the experimental group exceeded the control females respectively by 11.52; 11.02; 11.34; 10.84; 15.37; 5.81%. On average, over the entire period of the experiment, the animals of the experimental group prevailed over the control group by 10.54%.

In general, according to the biochemical parameters of the blood in the postnatal ontogeny, the animals of the experimental group significantly exceeded the control counterparts. This indicates that the level of metabolic processes in the body of the animals of the experimental group was much more intense than in the control counterparts.

**Keywords:** physiological indices of blood, heifers, type of constitution.

Отримано: 01.05.2023  
Погоджено до друку: 23.05.2023

## ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОДНЯКУ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ БУКОВИНСЬКОГО ЗОНАЛЬНОГО ТИПУ М'ЯСНОГО КОМОЛОГО СИМЕНТАЛУ ЖУЙНИХ В УМОВАХ ПЕРЕДГІРСЬКОЇ ЗОНИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ БУКОВИНИ

Андрій КАЛИНКА<sup>1</sup>, Оксана ЛЕСИК<sup>1</sup>, кандидати. с.-г. наук, старші наукові співробітники

Леонід ТОМАШ<sup>1</sup>, кандидат юридичних наук

Ольга СТАДНИЦЬКА<sup>2</sup>, кандидат с.-г. наук, провідний науковий співробітник

<sup>1</sup>Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Богдана Крижанівського № 21 «А», м. Чернівці, 58025, Україна

<sup>2</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

e-mail: kalunka.andriy@gmail.com

У статті наведено результати досліджень, з яких видно, що при різних рівнях обмінної енергії в рецептах раціонів молодняку нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу в зимовому стійловому періоді та при виході на літні зелені корми на культурні пасовища, протягом 171 днів першого пасовищного періоду, середньодобові прирости тварин II дослідної групи склали 900 г і відповідно 877 – 883 г в контролі, а при збільшенні в рецептах раціонів на 15-20% обмінної енергії сінажем замість еквівалентної кількості концентрованих кормів в першому зимовому періоді до 3-місячного віку в бугайців II дослідної групи добові прирости склали 1177 г, що більше на 66 г (5,9%) від бугайців-аналогів контрольної групи, яким задавали концентровані корми. В дослідженнях доведено, що за весь період досліду в бугайців II дослідної групи добові прирости склали 894 г, що на 101 г (12,7%) і на 54 г (6,4%) більше порівняно з контрольною та I дослідною групою регіону Буковини. Дослідженнями встановлено, що кращі економічні показники отримано в I і II дослідних групах, в яких затрати кормів на 1 ц приросту маси тіла склали 10,0 і 7,7 кормових одиниць, а рентабельність вирощування склала 45,3 і 55,8 %.

**Ключові слова:** корм, годівля, бугайці, продуктивність, собівартість.

### Вступ.

У період воєнних подій аргументація необхідності реалізації подальших наукових розвідок у сфері виробництва дешевої та якісної яловичини, яка здійснюється за рахунок розведення нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби з використанням прогресивної технології м'ясного скотарства, є надзвичайно актуальною в регіоні Буковини (Vdovichenko Yu. V., Omelchenko L. O., Shpak L. V., 2012; Kalinka A. K., Lesyk O. B., Shpak L. V., 2018; Pochukalin A. E., Rizun O. V., Priyma S. V., 2017; Guzev V. I., 2010).

Тому використання такого важливого виробничого заходу на сучасному етапі в господарствах різних форм господарювання де існуючі технології не дають змоги максимально реалізувати генетичний потенціал власної продуктивності м'ясної худоби через дорогі технології годівлі та утримання в даному регіоні. Оскільки в науковій вітчизняній зоотехнічній літературі є багато матеріалів щодо технології годівлі та утримання м'ясної худоби в різних регіонах України (Andriychuk V. F., Bagrov R. S., 2013; Bondarchuk L. V., 2016; Vdovichenko Yu., Shpak L., Kalinka A., 2015; Guzev Yu., Honcharenko I., Vinnychuk V., 2014; Dankiv V. Ya., Dyachenko O. B., Kogut M. I., 2018; Dankiv V. Ya., 2016; Dankiv V. Ya., Dyachenko O. B., Kohut M. I., 2017; Dankiv V. Ya., 2017; Lukash V. P., Shkuryn G. T., 1998; Kogut M. I.,

Fedak V. D., 2016; Kozyr V. C., 2013; Kozyr V. S., 2020; Kapralyuk O. V., 2019; Orihivskiy T. V., Mazur N. V., Fedorovych V. V., 2019; V. V. Fedorovych, T. V. Orihivskiy, N. P. Babik, 2016; Fedorovych V. V., 2017; Shkurin G. T., 1998). Проте відомості про ефективність різних нових типів годівлі з використанням різних рецептів раціонів та утримання нової популяції м'ясної худоби в різних зонах Карпатського регіону практично нині відсутні і не вивчалися в далекому минулому.

Отже вперше в даному регіоні вивчено нову дешеву технологію годівлі симентальської комолої худоби м'ясного напрямку продуктивності з використанням інтенсивного вирощування з високим рівнем енергії з включенням сінажу в розробленому рецепті раціонів та з максимальним використанням діючих культурних пасовищ для виробництва рентабельної яловичини в умовах передгірної зони Буковини (Kalinka A. K., Lesyk O. B., Prylipko T. M., 2023; Kalinka A. K., Shpak L. V., 2023; G. V. Dronyk et al., 2015).

Тому обґрунтовані теоретичні основи з визначення потреби молодняку в енергії, поживних і біологічно активних речовинах, на основі чого розроблені орієнтовні норми годівлі м'ясної худоби для передгірної зони Карпат.

Вперше використано дослідження з розробленням досконалої регіональної системи вирощування м'ясної худоби на підсисі, відгодівлі з використанням раціональних типів годівлі жуйних у



виробничих умовах, які склались, а також подальше впровадження та освоєння в практику кормовиробництва нової технології заготівлі сінажу з бобово-злакових травосумішок в комбінації із зеленою масою кукурудзи в зоні передгір'я Буковини (А. К. Kalinka, 2019).

На основі одержаних результатів запропоновано у виробництво найбільш оптимальні модельні типи відгодівлі нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, які забезпечують нормовану їх годівлю, значно підвищують інтенсивність росту та м'ясну продуктивність тварин, що дозволяє скоротити на 15-20% у рецептах раціонів кількість дорогих зернових компонентів із зменшенням собівартості продукції.

Вперше регіональними науковцями розроблено нову концепцію інтенсивної відгодівлі молодняку нової популяції м'ясної худоби в галузі м'ясного скотарства в регіоні Буковини.



У зв'язку з цим проводяться наукові дослідження на бугайцях та теличках м'ясного комолого сименталу худоби щодо ефективності поєднання різних технологій годівлі з врахуванням правильних обґрунтованих теоретичних основ та визначенням потреби даного молодняку в енергії, поживних і біологічно активних речовинах на основі чого будуть розроблені орієнтовні норми годівлі м'ясних комолых сименталів для передгірної зони Карпат (Kalinka A. K., 2018).

В сьогоденні через різні причини в рецептах раціонів для худоби м'ясного контингенту переважають солома та силос із низькою

концентрацією енергії. Як для науки, так і для виробництва важливо не тільки виявити генетичний м'ясний потенціал м'ясної худоби в оптимальних умовах годівлі та утримання, коли спадкові задатки в тварин проявляються найповніше, а й вивчити господарську цінність їх у виробничих умовах господарств зони Карпат.

Тому виходячи із наведеного вище метою роботи було вивчення м'ясної продуктивності та використання енергії кормів молодняком нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби від народження до 20-місячного віку в залежності від рівня енергетичного живлення з використанням технології м'ясного скотарства в зоні Карпат.

### Матеріали і методи.

В проведених дослідженнях вивчено та уточнено потребу молодняку м'ясного комолого сименталу худоби в обмінній енергії на 100 кг маси тіла від народження до досягнення 20-місячного віку та більше, при досягненні високовагових кондицій в базовому господарстві, яке відноситься до передгірної зони Карпатського регіону Буковини.



Для цього проведено науково-господарський дослід у діючому в Україні племінному заводі ДПДГ «Чернівецьке» Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції ІСГКР НААН на бугайцях і теличках – аналогах нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, де було відібрано 3 групи та розділено по підгрупах в кожній по 10 бугайців і 10 теличок з початковою масою тіла 31-33 кг згідно розробленої схеми досліджень (табл. 1).

**Таблиця 1. Схема науково-господарського дослідів**

| Група       | Стать   | Кількість тварин, голів | Особливості годівлі дослідних тварин |                                                                      |                             |
|-------------|---------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|             |         |                         | періоди дослідів                     |                                                                      |                             |
|             |         |                         | підготовчий (25 днів)                | обліковий (630 днів)                                                 |                             |
|             |         |                         |                                      | зимовий                                                              | літній                      |
| контрольна  | бугайці | 10                      | раціон, прийнятий в господарстві     | основний раціон (ОР): солома, молоко, сіно, зерноsumіш, кухонна сіль | зелені корми пасовищ        |
|             | телички | 10                      |                                      |                                                                      |                             |
| I дослідна  | бугайці | 10                      |                                      | ОР + 15% обмінної енергії                                            | так, як в контрольній групі |
| II дослідна | бугайці | 10                      |                                      | ОР + 20% обмінної енергії                                            |                             |
|             | телички | 10                      | так, як в контрольній групі          |                                                                      |                             |

Умови утримання для всіх тварин були однаковими. Потребу в обмінній енергії розраховували на основі оцінки фактичної поживності кормів з урахуванням концентрації доступної до обміну енергії в 1 кг сухої речовини корму. В дослідженнях були використані методичні рекомендації з уніфікації досліджень з годівлі м'ясної худоби (Bogdanov G. O., Slavov V. P., Ibatulin I. I. etc., 2002.). Зміни маси тіла молодняку визначали за даними зважувань на початок досліду та при виході на культурні пасовища. При проведенні досліджень дослідному молодняку згодовували корми, які були вироблені в базовому господарстві ДПДГ «Чернівецьке». Дослідження на тваринах проводилися в стійловий період та влітку безприв'язно з використанням діючих культурних пасовищ довготривалого використання в передгірній зоні Чернівецької області.

В стійловий період застосовувалось роздавання кормів два рази на день, а влітку два рази випасання на культурних пасовищах з використанням бобово-злакових травосумішок довготривалого використання.

У завдання досліджень входило:

- проаналізувати розподіл енергії в організмі піддослідного молодняку;

- встановити особливості росту та продуктивності тварин м'ясного напрямку від народження до 21-місячного віку;

- споживання обмінної енергії та сухої речовини в розрахунку на 100 кг маси бугайців у віковій динаміці;

- споживання енергії корму на одиницю живої та обмінної маси молодняку;

- споживання енергії на 1 кг обмінної маси, ккал;

- концентрацію енергії та поживних речовин в сухій речовині раціонів;

- біохімічний аналіз крові бугайців;

- зоотехнічну, економічну та виробничу оцінку результатів досліджень.

Підвищення рівня енергетичного живлення тварин дослідних груп здійснювали за рахунок збільшення частки концентрованих та зменшення грубих і соковитих кормів. З травня до листопада всі дослідні тварини знаходились на культурних пасовищних кормах і вирощувались за технологією м'ясного скотарства з виходом два рази на добу на пасовища.

### Результати та обговорення.

Використання кормів дослідними тваринами за весь період досліджень (в середньому на кормо/день) приведено в таблиці 1.

**Таблиця 1. Використання кормів молодняком за весь період досліджень (в середньому на кормо/день)**

| Корми                           | Особливості годівлі дослідних тварин |         |            |         |             |         |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------|------------|---------|-------------|---------|
|                                 | контрольна група                     |         | І дослідна |         | II дослідна |         |
|                                 | бугайці                              | телячки | бугайці    | телячки | бугайці     | телячки |
| Сіно, кг                        | 0,309                                | 0,309   | 0,309      | 0,309   | 0,309       | 0,309   |
| Зерноsumіш, кг                  | 1,35                                 | 1,30    | 0,880      | 0,860   | 0,840       | 0,835   |
| Сінаж, кг                       | 9,7                                  | 9,5     | 11,7       | 11,5    | 13,7        | 12,5    |
| Зелена маса пасовищ, кг         | 16,5                                 | 14,5    | 16,5       | 15,8    | 16,5        | 15,5    |
| Молоко цільне, кг               | 3,29                                 | 3,29    | 3,29       | 3,29    | 3,29        | 3,29    |
| Кухонна сіль, г                 | 75                                   | 75      | 75         | 75      | 75          | 75      |
| У раціоні міститься:            |                                      |         |            |         |             |         |
| Обмінної енергії, МДж           | 99,7                                 | 99,5    | 119,3      | 117,3   | 119,0       | 117,0   |
| Кормових одиниць, кг            | 9,02                                 | 9,0     | 9,8        | 9,5     | 9,2         | 9,1     |
| Перетравного протеїну, г        | 876                                  | 870     | 923        | 915     | 920         | 895     |
| Сухої речовини, кг              | 9,54                                 | 9,45    | 10,9       | 10,7    | 10,7        | 10,3    |
| Цукру, г                        | 709                                  | 695     | 734        | 725     | 777         | 765     |
| Кальцій, г                      | 111                                  | 109     | 136,1      | 131,5   | 135,5       | 133,1   |
| Фосфор, г                       | 41                                   | 39      | 42,0       | 40,1    | 41,2        | 39,5    |
| Припадає перетравного протеїну: |                                      |         |            |         |             |         |
| на 1 МДж, г                     | 7,11                                 | 8,74    | 6,1        | 7,8     | 6,5         | 7,6     |
| на 1 кормову одиницю, г         | 78,6                                 | 96,7    | 74,9       | 96,3    | 84,4        | 98,3    |
| на 1 кг сухої речовини, г       | 74,3                                 | 92,1    | 67,3       | 85,5    | 72,6        | 86,9    |

За рахунок спожитих кормів було одержано таку кількість скотарської продукції (табл. 2).

За результатами проведених досліджень встановлено (табл. 2), що при різній обмінній енергії в рецептах раціонів в зимовому стійловому періоді та при виході на літні зелені корми, протягом 171 дня 1-пасовищного періоду, середньодобові прирости

молодняку II дослідної групи склали 900 г і відповідно 877 г – 883 г в контролі та в I дослідній з майже однаковими витратами корму в усіх дослідних групах (Dorotyuk E.M., Kryvoruchko Yu.I., Dedova L.O. 2013; T. V. Orihivskyi et al. 2019; Kalinka A.K., Lesyk O.B., Tomas L.V. 2023

Таблиця 2. Маса тіла та середньодобові прирости дослідних тварин, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )

| Показник                                                 | Групи тварин |         |            |         |             |            |
|----------------------------------------------------------|--------------|---------|------------|---------|-------------|------------|
|                                                          | контрольна   |         | І дослідна |         | ІІ дослідна |            |
|                                                          | бугайці      | телячки | бугайці    | телячки | бугайці     | телячки    |
| Кількість тварин, голів                                  | 10           | 10      | 10         | 10      | 10          | 10         |
| Маса тіла, кг:                                           |              |         |            |         |             |            |
| на початок досліджу                                      | 31           | 31      | 33         | 31      | 33          | 31         |
| на кінець облікового періоду                             | 81           | 73      | 85         | 71      | 87          | 74         |
| Приріст:                                                 |              |         |            |         |             |            |
| загальний, кг                                            | 50           | 42      | 52         | 43      | 53          | 45         |
| середньодобовий, г                                       | 1111         | 933     | 1155       | 955     | 1177        | 1000       |
| Критерій вірогідності, Р                                 | -            | -       | -          | -       | $P < 0,5$   | $P > 0,01$ |
| Витрати кормів на 1 кг приросту, к. од.                  | 2,6          | 3,1     | 2,5        | 3,0     | 2,5         | 2,9        |
| Маса тіла, кг: на кінець першого пасовищного періоду, кг | 231          | 211     | 236        | 215     | 241         | 217        |
| Приріст:                                                 |              |         |            |         |             |            |
| загальний, кг                                            | 150          | 138     | 151        | 144     | 154         | 143        |
| середньодобовий, г                                       | 877          | 807     | 883        | 842     | 900         | 836        |
| Витрати корму за весь період на 1 кг приросту, к. од.    | 4,1          | 4,5     | 4,1        | 4,3     | 4,0         | 4,3        |
| Маса тіла на кінець другого стійлового періоду, кг       | 354,0        | 333,5   | 379,5      | 350,0   | 400,5       | 355,5      |
| Приріст:                                                 |              |         |            |         |             |            |
| Загальний, кг                                            | 123,0        | 122,5   | 143,0      | 135,0   | 159,0       | 138,0      |
| Середньодобовий, г                                       | 665          | 662     | 773        | 730     | 862         | 749        |
| Критерій вірогідності, Р                                 | -            | -       | -          | -       | $P < 0,5$   | $P > 0,01$ |
| Маса тіла, кг:                                           |              |         |            |         |             |            |
| на кінець звітної періоду, кг                            | 493,5        | 435,5   | 523,0      | 457,0   | 554,0       | 463,0      |
| Приріст:                                                 |              |         |            |         |             |            |
| загальний, кг                                            | 139,5        | 102,0   | 143,5      | 07,0    | 153,5       | 107,5      |
| середньодобовий, г                                       | 779          | 570     | 802        | 598     | 857         | 600        |
| Маса тіла, кг:                                           |              |         |            |         |             |            |
| на початок досліджу                                      | 31,0         | 31,0    | 33,0       | 31,0    | 33,0        | 31,0       |
| на кінець звітної періоду, кг                            | 493,5        | 435,5   | 523,0      | 457,0   | 554,0       | 463,0      |
| Приріст:                                                 |              |         |            |         |             |            |
| загальний, кг                                            | 462,5        | 404,5   | 490,0      | 426,0   | 521,0       | 432,0      |
| середньодобовий, г                                       | 793          | 694     | 840        | 731     | 894         | 741        |
| Витрати корму за весь період на 1 кг приросту, к. од.    | 8,8          | 7,7     | 8,6        | 7,7     | 9,7         | 8,1        |

При збільшенні в рецептах раціонів на 15-20% обмінної енергії сінажем замість еквівалентної кількості концентрованих кормів в 1-зимовому періоді до 3-місячного віку в бугайців ІІ дослідної групи середньодобові прирости склали 1177 г, що більше на 66 г (5,9%) від тварин ровесників контрольної групи, яким в рецепті задавали концентровані корми.

За результатами проведених досліджень встановлено, що протягом 185 днів 2-зимового стійлового основного періоду вирощування енергія росту в тварин ІІ дослідної групи була вищою, а середньодобові прирости склали 862 г і перевищували на 197 г (29,6%,  $P > 0,95$ ) бугайців-аналогів контрольної групи.

Завершальний період припав на осінні культурні пасовищні корми із злаково-бобових травосумішок де дослідні тварини ІІ дослідної групи протягом 179

днів 2-пасовищного періоду вирощування зберігали енергію росту 857 г, що більше на 78 г (10,0%) і на 55 г (4,5%) від бугайців контрольної та І дослідної групи, яким взимку окремо згодовували концентровані корми та збільшували на 15% обмінну енергію сінажем. За весь період проведення дослідів бугайців ІІ дослідної групи середньодобові прирости склали 894 г, що на 101 г (12,7%) і на 54 г (6,4%) більше порівняно з контрольною та І дослідною групою, в рецептах раціонів яких збільшували обмінну енергію згідно розробленої схеми дослідів.

Дослідженнями встановлено, що протягом 583 днів основного періоду дослідів у теличок ІІ дослідної групи, у яких в раціоні було на 20% більше обмінної енергії, середньодобові прирости маси тіла склали 741 г, що на 47 г (6,6%) більше при затратах корму на 1 кг приросту, тобто 8,1 кормових одиниць,

що більше на 0,4 к. од. за контроль (А. К. Kalinka, 2019).

Таким чином експериментально доведено, що вирощування бугайців та теличок нової популяції м'ясного комолого сименталу худоби, при збільшенні в раціонах на 15-20% обмінної енергії в зимовий період, сприяє стабільному підвищенню середньодобових приростів на 10-26% порівняно з ровесниками, рецепти раціонів яких були прийняті у базовому господарстві.

Визначено показники інтенсивності розвитку помісних бугайців в різні фізіологічні вікові періоди

вирощування (табл. 3).

Зміни маси тіла (табл. 3) бугайцями м'ясного напрямку продуктивності по вікових періодах від народження до 20-місячного віку свідчить про певні відмінності в характері росту дослідних тварин при збільшенні енергії на 15-20% в раціонах в умовах передгірської зони Українських Карпат.

Незважаючи на те, що дослід проведений при середньому рівні годівлі, піддослідні бугайці характеризуються досить високою енергією росту в усі фізіологічні періоди розвитку для даного регіону.

**Таблиця 3. Інтенсивність росту бугайців, (М±m, n=8)**

| Група                                                                   | Віковий період, місяці | Тривалість періоду, дні | Маса тіла, кг |         | Абсолютний приріст, кг | Середньо-добовий приріст, г | Відносна швидкість росту, раз. |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|---------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                                                                         |                        |                         | початкова     | кінцева |                        |                             |                                |
| від народження (0 міс.) до завершення вирощування бугайців (18 місяців) |                        |                         |               |         |                        |                             |                                |
| контрольна                                                              | 0 – 12                 | 365                     | 31,0          | 299     | 268                    | 734,0                       | 9,6                            |
|                                                                         | 0 – 15                 | 456                     |               | 380,5   | 349,5                  | 766,4                       | 12,3                           |
|                                                                         | 0 – 18                 | 547                     |               | 451,5   | 420,5                  | 769,0                       | 14,55                          |
|                                                                         | 0 – 20                 | 639                     |               | 493,5   | 462,5                  | 724,0                       | 15,9                           |
| І дослідна                                                              | 0 – 12                 | 365                     | 33,0          | 325,5   | 292,5                  | 801,4                       | 9,86                           |
|                                                                         | 0 – 15                 | 456                     |               | 402,5   | 369,5                  | 810,0                       | 12,2                           |
|                                                                         | 0 – 18                 | 547                     |               | 475,0   | 442,0                  | 808,0                       | 14,3                           |
|                                                                         | 0 – 20                 | 639                     |               | 523,0   | 490,0                  | 767,0                       | 15,8                           |
| II дослідна                                                             | 0 – 12                 | 365                     | 33,0          | 342,0   | 309,0                  | 846,0                       | 10,4                           |
|                                                                         | 0 – 15                 | 456                     |               | 427,0   | 394,0                  | 864,0                       | 12,9                           |
|                                                                         | 0 – 18                 | 547                     |               | 502,0   | 469,0                  | 857,0                       | 15,2                           |
|                                                                         | 0 – 20                 | 639                     |               | 554,0   | 521,0                  | 815,0                       | 16,8                           |

Основні показники концентрації обмінної енергії, фактичного споживання енергії та сухої речовини на

100 кг маси тіла бугайців за весь період дослідів наведено в табл. 4.

**Таблиця 4. Концентрація обмінної енергії та сухої речовини на 100 кг маси тіла**

| Групи                       | Приріст за період дослідів, кг | Концентрація обмінної енергії на 1 кг сухої речовини | Витрати на 1 кг приросту |                          | Споживання на 100 кг маси тіла |                    |
|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------|
|                             |                                |                                                      | обмінної енергії, МДж    | кормових одиниць, к. од. | обмінної енергії, МДж          | сухої речовини, кг |
| контрольна бугайці телички  | 462,5                          | 10,4                                                 | 99,7                     | 9,02                     | 20,2                           | 1,9                |
|                             | 404,5                          | 10,5                                                 | 99,5                     | 9,0                      | 22,8                           | 1,9                |
| І дослідна бугайці телички  | 490                            | 10,9                                                 | 119,3                    | 9,8                      | 22,8                           | 2,1                |
|                             | 426                            | 10,5                                                 | 117,5                    | 9,5                      | 25,7                           | 2,1                |
| II дослідна бугайці телички | 521                            | 11,1                                                 | 119,0                    | 9,2                      | 21,5                           | 1,7                |
|                             | 432                            | 11,3                                                 | 117,0                    | 9,1                      | 25,3                           | 1,9                |

Наведені дані (табл. 4) свідчать про те, що споживання на 100 кг живої маси обмінної енергії в бугайців II дослідної групи в основному періоді становить 21,5 МДж, що на 7,0 МДж (7,4%) менше від ровесників-аналогів контрольної групи, які споживали основний рецепт раціону, який прийнятий в базовому господарстві БД СГДС ІСГ КР НААН, яке розташоване на схилих землях передгірської зони Чернівецької області.

В дослідженнях визначили витрати обмінної енергії на 1 кг приросту маси тіла бугайців II дослідної групи становили 119,3 МДж при витратах 9,7 к. од. з концентрацією обмінної енергії в 1 кг сухої речовини 11,1 МДж, що сприяло збільшенню споживання сухої речовини на 100 кг живої маси на 17,3 МДж (17,3%), що більше від контролю в умовах передгірної зони Карпатського регіону Буковини.

В проведених дослідженнях вивчено раціональне використання молодняком енергії, протеїну кормів на 1 кг приросту маси тіла (табл. 5).

За результати досліджень, встановлено, що дослідними бугайцям II дослідної групи на 1 кг

приросту маси тіла витрачено обмінної енергії 119,0 МДж, сухої речовини – 10,7 кг, к. од. – 9,2 кг, перетравного протеїну – 920 г та енергетичних кормів – 0,840 кг.

**Таблиця 5. Витрати енергії, сухої речовини, протеїну і енергетичних кормів на 1 кг приросту маси тіла**

| Показник               | Групи тварин |         |            |         |             |         |
|------------------------|--------------|---------|------------|---------|-------------|---------|
|                        | контрольна   |         | I дослідна |         | II дослідна |         |
|                        | бугайці      | телички | бугайці    | телички | бугайці     | телички |
| Суша речовина, кг      | 9,5          | 9,4     | 10,9       | 10,7    | 10,7        | 10,3    |
| Кормові одиниці, кг    | 9,0          | 9,0     | 9,8        | 9,5     | 9,2         | 9,1     |
| Перетравний протеїн, г | 876          | 870     | 923        | 915     | 920         | 895     |
| Концкорми, кг          | 1,35         | 1,30    | 0,880      | 0,860   | 0,840       | 0,835   |
| Обмінна енергія, МДж   | 99,7         | 99,5    | 119,3      | 117,5   | 119,0       | 117,0   |

Таким чином, в умовах передгір'я Карпат при згодовуванні жуйним нових розроблених раціонів, у яких на 20 % збільшений енергетичний компонент за рахунок сінажу, збільшується обмінна енергія на 19,3 МДж на 1 кг приросту при зменшенні на 0,5 кг

концентрованих кормів та майже з однаковою кількістю перетравного протеїну.

В проведених дослідженнях визначили основні показники морфологічного, мінерального та біохімічного складу крові піддослідних бугайців (табл. 6).

**Таблиця 6. Показники біохімічного складу крові піддослідних бугайців, (M±m, n=5)**

| Показник                     | Групи тварин |            |             |
|------------------------------|--------------|------------|-------------|
|                              | контрольна   | I дослідна | II дослідна |
| Еритроцити, $10^{12}/л$      | 6,17±0,10    | 6,14±0,14  | 6,46±0,17   |
| Лейкоцити, $10^9/л$          | 11,62±0,42   | 10,84±0,28 | 11,32±0,49  |
| Гемоглобін, г/л              | 101,40±5,81  | 98,80±7,37 | 110,20±3,87 |
| Загальний білок, г/%         | 7,26±0,14    | 7,11±0,18  | 8,15±0,10   |
| альбуміни                    | 2,97±0,23    | 3,08±0,37  | 3,46±0,20   |
| глобуліни                    | 4,28±1,12    | 4,29±0,98  | 4,72±0,80   |
| Загальний кальцій, ммоль/л   | 2,54±0,08    | 2,52±0,03  | 2,60±0,06   |
| Неорганічний фосфор, ммоль/л | 1,84±0,10    | 1,92±0,24  | 2,07±0,15   |
| АсАТ, од/л                   | 28,91±3,16   | 26,03±5,27 | 31,95±3,68  |
| АлАТ, од/л                   | 16,43±2,74   | 15,85±3,91 | 18,02±3,38  |
| Лужна фосфатаза, од/л        | 69,45±0,73   | 68,84±1,29 | 72,00±1,15  |

Істотних різниць між молодняком порівнюваних груп за морфологічним складом крові не виявлено. За результатами досліджень встановлено, що в бугайців у двох дослідних групах основні показники, що вивчалися, виявилися дещо вищими, але в крові тварин II дослідної групи була більшою кількість еритроцитів на 6,46%, а концентрація гемоглобіну відповідно на 8,9%. Кількісні зміни чисельності лейкоцитів були відсутні, оскільки їх вміст у крові бугайців дослідних і контрольних груп був майже на однаковому рівні.

Отже включення до раціонів II дослідної групи бугайців розроблених рецептів, у яких був збільшений на 20% показник обмінної енергії сприяло підвищенню їх біологічної цінності та забезпечило поліпшення перебігу обмінних процесів в їх організмі. Зокрема, у бугайців дослідних груп була виявлена чітко виражена вірогідна різниця щодо підвищення в сироватці крові вмісту загального білка на 10,4 і 12,3%. Так використання в основному раціоні на 20% більше обмінної енергії не мало значного впливу на



характер змін у мінеральному та біохімічному складі крові бугайців дослідних груп порівняно з контролем. Однак, тенденція щодо їх переваги над ровесниками контрольної групи збереглася: за вмістом загального кальцію – на 2,0 і 2,4%; неорганічного фосфору – на 4,2 і 12,5%; активністю ферментів аланін- та аспаратамінотрансфераз – на

6,7 і 10,5%, активністю лужної фосфатази – на 2,2 і 3,7%.

В кінці проведених досліджень вивчено економічну ефективність вирощування бугайців за весь період дослідження на 1 кормо/день (табл. 7).

**Таблиця 7. Економічна ефективність вирощування дослідних бугайців**

| Показник                              | Одиниця виміру | Дослідні групи |            |             |
|---------------------------------------|----------------|----------------|------------|-------------|
|                                       |                | контрольна     | I дослідна | II дослідна |
| Отримано приросту                     | ц              | 4,62           | 4,90       | 5,21        |
| На 1 голову                           | кг             | 462            | 490        | 521         |
| Добовий приріст                       | г              | 793            | 840        | 894         |
| Затрати на 1 ц. приросту              | к. од.         | 11,3           | 10,0       | 7,7         |
| Затрати к. од.                        | ц              | 9,02           | 9,8        | 9,2         |
| Вартість 1 ц. к. од.                  | грн.           | 57,6           | 50,0       | 43,4        |
| Вартість приросту:                    | грн.           | 3234           | 3430       | 3647        |
| На 1 голову                           | грн.           | 323,4          | 343,0      | 364,7       |
| Отримано приросту на 1 ц. к. од.      | кг             | 5,1            | 5,0        | 5,7         |
| Приходиться на 1 к. од. протеїну      | г              | 876            | 923        | 920         |
| Отримано продукції на 1 грн. вартості | грн.           | 1,5            | 1,7        | 2,2         |
| Рентабельність                        | %              | 40,0           | 45,3       | 55,8        |

Встановлено, що кращі економічні показники отримано в I і II дослідних групах, в яких затрати кормів на 1 ц. приросту маси тіла склали 10,0 і 7,7 ц. кормових одиниць. В результаті рентабельність вирощування складала 45,3 і 55,8 % відповідно (Kalinka A., Lesyk O., (2023).



Отже, результати наших наукових селекційних досліджень підтверджуються економічною ефективністю відгодівлі бугайців м'ясної худоби з використанням в рецептах раціонів збільшення енергії на 15 – 20% сінажем.

#### Список використаної літератури:

- Andriychuk V. F., Bagrov R. S. (2013). Characterization of Simmental cows of Czech selection according to the morphological properties of the udder. *Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*. Issue 4, vol. 241, pp. 3–8.
- Bondarchuk L. V. (2016). The current state of the population of the Simmental breed in breeding farms of Ukraine. *Bulletin of SNAU. Ser. Animal husbandry*. Issue 7 (30). P. 46–50.



#### Висновки.

За результатами досліджень встановлено, що споживання на 100 кг маси тіла обмінної енергії в бугайців II дослідної групи в основному періоді становить 21,5 МДж, що на 7,0 МДж (7,4%) менше від ровесників-аналогів контрольної групи. Витрати обмінної енергії на 1 кг приросту маси тіла бугайців II дослідної групи становили 119,3 МДж при витратах 9,7 кормових одиниць з концентрацією обмінної енергії в 1 кг сухої речовини 11,1 МДж, що сприяло збільшенню споживання сухої речовини на 100 кг маси тіла і дало рентабельність 45,3 і 55,8% в умовах Карпатського регіону Буковини.

- Vdovichenko Yu. V., Omelchenko L. O., Shpak L. V. (2012). Problematic issues of the development of the field of meat breeding and selection of meat breeds of cattle. *Scientific Bulletin. "Askania-Nova"*. Issue 5. C. 29–43.
- Vdovichenko Y. Shpak L., Kalinka A. (2015). Meat productivity of steers. "Modern aspects of breeding and seed production of corn, traditions and prospects" International sci.-pract. conf. September 10, 2015 Chernivtsi. P. 61–74.

- Guzev Yu. Honcharenko I., Vinnychuk V. (2014). Simmental cattle – a breed of world importance. *Livestock of Ukraine*. No. 7. P. 25–28.
- Dankiv V. Ya., Diachenko O. B., Kohut M. I. (2018). Productivity of first-born cows of the Simmental combined (milk-meat) breed depending on sire origin. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. Issue 64. P. 155–161.
- Dankiv V. Ya. (2016). Productive qualities of Simmentals in the conditions of the Carpathians. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. Lviv - Obroshyn. Issue 59. P. 181–185.
- Dankiv V. Ya. (2017). Productive and exterior characteristics of the Simmental breed of the Carpathian region. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. Issue 62. P. 130–138.
- Dorotiuk E. M. Kryvoruchko Yu. I., Dedova L. O. (2013). Comparative assessment of livestock of different types of Simmental breed and their use. *Problems of animal engineering and veterinary medicine*. Kharkiv. Vol. 25. Part 1. P. 46–49.
- Dynamics of weight growth of Simmental heifers of different production types types. T. V. Orihivskiy et al. (2019) *Science Herald of S. Z. Gzytsky LNUVMB*. Vol. 20. No. 2. P. 366–374.
- Lukash V. P., Shkurny G. T. (1998). Formation of the Simmental meat breed in Ukraine. *Scientific and industrial bulletin. Selection*. Kyiv. P. 127–129.
- Kohut M. I., Fedak V. D. (2016.). Development of heifers of different lines of the Simmental breed. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. Lviv - Obroshyn, Issue 60. P. 176–194.
- Kalinka A. K., Lesyk O. B., Prylipko T. M. (2023). Productivity of cattle of different breeds and their crossbreeds at an average level of feeding in the conditions of the forest-steppe zone of the Bukovina region. *Modern engineering and innovative technologies*. Issue 25. Part 1. P. 127–135.
- Kalinka A.K., Lesyk O.B., Shpak L.V. (2018). A new population of Simmentals in Bukovina. *Taurian Scientific Bulletin. Scientific journal*. Vol. No. 103. Kherson. P. 200–208.
- Kalinka A.K., Shpak L.V. (2023). Cultivation of Bugaits of different genotypes in the conditions of the foothills of the Carpathian region of Bukovina. *Young Scientist magazine*. No. 4 (116). P.17–24.
- Kalinka A. K., Lesyk O. B., Tomas L. V. (2023). Meat productivity and fattening qualities of a new population of cattle of different Bukovina zonal types of meat komoly Simmental cattle in the conditions of the Carpathian region of Bukovina. *Taurian Scientific Herald. Series: Agricultural Sciences*. No. 129. P. 189–198.
- Kalinka A. K. (2018). Economic and biological features of meat Simmental cattle of a new population in the Carpathian region of Ukraine. *Scientific bulletin. LLC "Nilan - LTD"*. 176 p.
- Kalinka A., Lesyk O. (2023). Feeding of cattle of different genotypes of the new population of the bukovina zonal type of meat komologo simmental cattle at an average level of feeding in the conditions of the foothills of the bukovina region. The scientific paradigm in the context of technological development and social change: scientific monograph. Part 2. Riga, latvia : "Baltija Publishing". P. 100–118.
- Kozyr V. C. (2013). Characteristics of beef of meat, combined and dairy cattle breeds. *Animal husbandry of Ukraine*. No. 7–8. P. 26–29.
- Kozyr V. S. (2020). Meat productivity of Simmental breed cattle in conditions of global climatic changes in the steppe zone of Ukraine. *Herald of Agrarian Science*. No. 9 (810). P. 21–29.
- Kapralyuk O. V. (2019). Evolution of the Simmental breed of cattle in the combined direction of productivity. *Animal husbandry of Ukraine*. 2012. No. 10. P. 36–41.
- News of science: to the 20th anniversary of the meat and livestock industry in Bukovina: coll. of science works of "ΛΟΓΟΣ" with materials of science and practice. conference, under Sci. ed. A. K. Kalinka (2019). Chernivtsi: NGO "European Scientific Platform". 226 p.
- Methodological recommendations for the unification of studies on the feeding of beef cattle (2002.). Bogdanov G. O., Slavov V. P., Ibatulin I. I. et al. Kyiv. 42 p.
- The main milestones of the creation of a new generation meat komologo type Simmental in the Carpathian region of Ukraine. G. V. Dronyk etc. (2015). "Modern aspects of selection and seed production of corn, traditions and prospects". International. science-practice conf. September 2015 Chernivtsi. P. 51–54.
- Orihivskiy T. V., Mazur N. V., Fedorovych V. V. (2019). Exterior formation of Simmental cows of different production types. *Taurian Scientific Herald. Agricultural sciences*. Kherson. Issue 108. P. 166–171.
- Pochukalin A. E., Rizun O. V., Priyma S. V. (2017). Monitoring of the Simmental breed in Ukraine. *Animal breeding and genetics*. Issue 53. P. 179 – 184.
- Formation of the Ukrainian Simmental meat breed (2010) I. V. Guzev and others. *Animal breeding and genetics*. Issue 44. P. 26–28.
- Fedorovych V. V., Orihivskiy T. V., Babik N. P., Osredchuk E. I., Fedorovych R. S. (2016). Characteristics of Simmental cows according to economically useful traits in the conditions of the Lviv Region. *Scientific bulletin of S. Z. Gzytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*. Lviv. Vol. 18. No. 2(67). P. 255–260. doi:10.15421/nvlvet6756.
- Fedorovych V. V. (2017). Milk productivity of Simmental cows depending on their live weight during the breeding period. *Science Herald of S. Z. Gzytsky LNUVMB*. Vol. 19. No. 79. P. 93–99.
- Shkurin G. T. (1998). Efficiency of breeding Simmental meat breed genotypes. K.: Asom. "Meat cattle breeding". 100 p

**PRODUCTIVITY OF THE YOUNG CATTLE OF THE NEW POPULATION  
OF THE BUKOVYNSKA ZONAL TYPE OF THE HORNLESS MEAT SIMMENTAL OF RUMINANTS  
IN THE CONDITIONS OF THE MOUNTAIN AREA OF THE CARPATHIAN REGION OF BUKOVYNA**

Andrii KALYNKA<sup>1</sup>, Oksana LESYK<sup>1</sup>, Leonid TOMASH<sup>1</sup>, Olha STADNYTSKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bukovyna State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region  
of the National Academy of Sciences

<sup>2</sup>Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

The article presents the results of research that show: with different exchangeable energy in the recipes of the rations of young animals in the winter stable period and when they go on summer green fodder to cultivated pastures, during 171 days of the 1st pasture period, the average daily gains of the animals of the II research group amounted to 900 g and, respectively 877 – 883 g in the control, and with an increase in ration recipes by 15-20% of exchangeable energy with hay instead of an equivalent amount of concentrated fodder in the 1-winter period up to 3 months of age in the bulls of the II experimental group, the daily gains amounted to 1177 g, which was by 66 g (5.9%) more than those from analogues of the control group, which were given concentrated feed. Research has shown that during the entire period of the experiment, the daily gains of the bulls of the 1st research group amounted to 894 g, which is 101 g (12.7%) and 54 g (6.4%) more compared to the control and 1st research groups in the region of Bukovyna. Research has established that the best economic indicators were obtained in the I and II experimental groups, in which the feed costs per 1 kg of live weight gain were 10.0 and 7.7 feed units with profitability of cultivation 45.3 and 55.8%.

**Keywords:** fodder, feeding, cattle, productivity, cost.

Отримано: 05.09.2023

Погоджено до друку: 14.09.2023

Колектив Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН вітає  
Олександру Петрівну Волощук з присвоєнням вченого звання професора.





## Наші ювіляри



5 жовтня 2023 р. виповнилося 70 років від дня народження ВОЛОШУК Олександри Петрівни, доктора сільськогосподарських наук, професора, головного наукового співробітника відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Дочка селянського роду з с. Скелівка Старосамбірського р-ну Львівської області змалку привчена до праці, завжди високо оцінювала вагомість і відповідальність хліборобської професії. У своєму вірші писала:

Іду пшеничними ланами, вслухаюсь в пісню солов'я,  
А там далеко за горами яскраве сонце вигляда.  
І обіцяє день погожий бо ні хмаринки в небесах,  
І день на день такий не схожий, вже починаються жнива.  
Нам хліб святий збирати треба і доводити до пуття,  
Така вже праця хлібороба, важка, щоденна, затижна.

50 років інтенсивної і плідної праці відданої науковій ниві на різних посадах – агронома, наукового співробітника, завідувача відділом насінництва та насіннєзнавства, заступника директора з наукової роботи у рослинництві, директора інституту. Постійно займається винахідницькою діяльністю, яка пов'язана з галуззю селекції і насінництва. Кандидат сільськогосподарських наук з 1995 р. Дисертацію на тему «Вплив агротехнічних заходів на врожай і якість насіння ярої вики в західному Лісостепу України» захистила за спеціальністю «06.01.09 – Рослинництво». Вчене звання старшого наукового співробітника з цієї ж спеціальності отримала у 2008 р. Доктор сільськогосподарських наук з 2010 р., у якому успішно захистила дисертацію на тему «Формування врожайних властивостей та посівних якостей насіння сільськогосподарських культур в умовах Західного Лісостепу України», спеціальність «06.01.14 – Насінництво». Вчене звання професора присвоєно у 2023 р. Отримані результати наукових досліджень висвітлені в більш ніж 200 публікаціях та 11 монографіях.

Волошук О. П. – член спеціалізованої вченої ради з присудження наукового ступеня доктора наук в галузі сільськогосподарських наук Д 36.381.01, утвореної при Інституті сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України № 1166 від 23 грудня 2022 р. Профіль ради: 06.01.05 «Селекція і насінництво», 06.01.09 «Рослинництво». Також є постійним членом методичної комісії в галузі рослинництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. У 2018–2021 рр. була членом спеціалізованої вченої ради К 27.230.01 при Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. У 2022 і 2023 рр. очолювала разові спеціалізовані вчені ради за спеціальністю «201 – Агрономія» з присудження ступеня доктора філософії при Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. Умілий організатор наукового процесу доктор с.-г. наук, професор Волошук О. П. за час своєї активної діяльності підготувала вісім кандидатів наук та двох докторів філософії за спеціальністю «06.01.05 – Селекція і насінництво». Ініціативний організатор і учасник роботи міжнародних і регіональних науково-практичних конференцій, семінарів, днів поля, надає методичну допомогу господарствам різних організаційно-правових форм власності.

За досягнуті успіхи у виробничій та науковій діяльності була нагороджена рядом Почесних грамот районних, обласних рад і держадміністрацій та нагрудним знаком НААН. Висока громадська, державницька позиція Волошук О. П. забезпечувала її неодноразове обрання депутатом районної та сільської ради.

**Тож прийміть привітання з цим ювілеєм, дорога і шановна колего, від усього нашого трудового колективу!**

Літа цвілі не просто цвітом,  
А проростали у труді,  
Дорослими вже стали діти,  
А Ви душею молоді.

Пливуть літа, мов тихі води,  
І вже минає 70,  
Прожитих років як не шкода,  
Та не вернути їх назад.

Хай щастя панує у Вашому домі  
І радість у ньому живе,  
Здоров'я міцного і щирої долі  
Хай Бог посиляє і Вас береже.

Живіть до ста на поміч людям,  
Зичим ласки від Бога, від людей – добра,  
Здоров'я міцного як золото шире,  
На многі щасливі літа!

**З шаною та повагою - колектив Інституту**