



Агронаука і практика

Випуск 3 частина 4 2024

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 сільськогосподарських наук,
член-кореспондент НААН, Україна

Г. М. Седіло, доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік 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 біологічних наук, професор, Україна

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

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

А. Я. Гадзало, доктор економічних наук, Україна

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

В. І. Гнєзділова, кандидат біологічних наук, Україна

В. В. Гусак, кандидат біологічних наук, Україна

О. М. Демків, кандидат біологічних наук, Україна

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

А. М. Заморока, кандидат біологічних наук, Україна

Н. Б. Зеліско, кандидат економічних наук, Україна

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

Р. В. Ільчук, доктор сільськогосподарських наук, Україна

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

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

І. В. Кохан, кандидат економічних наук, Україна

В. В. Липчук, доктор економічних наук, професор, Україна

В. Л. Максим, кандидат економічних наук, Україна

О. І. Малецька, кандидат економічних наук, Україна

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

Т. В. Микитин, кандидат біологічних наук, Україна

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

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

О. В. Паленичак, кандидат економічних наук, Україна

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

Т. В. Партика, кандидат біологічних наук, Україна

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

А. Д. Пілько, кандидат економічних наук, Україна

І. Р. Попадинець, кандидат економічних наук, Україна

З. Р. Рижок, кандидат економічних наук, Україна

Й. Ф. Рівіс, доктор сільськогосподарських наук, Україна

О. С. Саламін, кандидат економічних наук, Україна

Ю. Т. Салига, доктор біологічних наук, Україна

Г. В. Сиротюк, кандидат економічних наук, Україна

А. Г. Сіренко, кандидат біологічних наук, Україна

В. А. Чемерис, доктор економічних 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. Bastruk-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 economical sciences, Ukraine

L. Hnatyshyn, doctor of economical sciences, professor, Ukraine

V. Hniedzilova, candidate of biological sciences, Ukraine

V. Husak, candidate of biological sciences, Ukraine

O. Demkiv, candidate of biological sciences, Ukraine

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

A. Zamoroka, candidate of biological sciences, Ukraine

N. Zelisko, candidate of economical 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, prof., Ukraine

I. Kokhan, candidate of economical sciences, Ukraine

V. Lypchuk, doctor of economical sciences, prof., Ukraine

V. Maksym, candidate of economical sciences, Ukraine

O. Maletska, candidate of economical sciences, Ukraine

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

T. Mykytyn, candidate of biological sciences, Ukraine

Yu. Olifir, candidate of agricultural sciences, Ukraine

D. Ostapiv, doctor of agricultural sciences, Ukraine

O. Palenychak, candidate of economical sciences, Ukraine

H. Panakhyd, doctor of agricultural sciences, Ukraine

T. Partyka, candidate of biological sciences, Ukraine

B. Pilarchuk, doctor of agric. sciences, professor, Poland

A. Pilko, candidate of economical sciences, Ukraine

I. Popadynets, candidate of economical sciences, Ukraine

Z. Ryzhok, candidate of economical sciences, Ukraine

Y. Rivis, doctor of agricultural sciences, Ukraine

O. Salamin, candidate of economical sciences, Ukraine

Yu. Salyha, doctor of biological sciences, Ukraine

H. Syrotiuk, candidate of economical sciences, Ukraine

A. Sirenko, candidate of biological sciences, Ukraine

V. Chemerys, doctor of economical sciences, prof., Ukraine

E. Czerniawska-Piątkowska, doctor hab. inż., prof., Poland

Рекомендовано до друку
вченою радою Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН,
протокол № 10 від 30 грудня 2024 р.

Реєстраційне свідоцтво
Серія КВ № 25079-15019 Р від 10.12.2021.

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

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 7457 від 28.09.2021 р.

Ідентифікатор в реєстрі суб'єктів у сфері медіа: **R-30-01975**

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

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

Редактор, коректор, дизайн і верстка, фото обкладинки, переклад – А. В. Шелевач
Підписано до друку 30.12.2024

Формат 30×42/2
Папір ксероксний
Умовн. друк. арк. 7.0
Тираж 100 прим.



Видавництво
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН

Оброшине 2024

ЗМІСТ

CONTENT

Штанько М. Є.

Shtanko M.

Ріпак озимий не втрачає своїх позицій..... 4 ...Winter rapeseed does not lose its positions

*Дубицька А. О., Качмар О. Й.,
Дубицький О. Л., Щерба М. М.*

*Dubytska A., Kachmar O.,
Dubytskyi O., Shcherba M.*

Вплив біологізованих систем удобрення
на продуктивність та якісні параметри зерна
пшениці озимої..... 12parameters of the winter wheat grain

Коцюба Б. І.

Kotsyuba B.

Чинники й закономірності формування
зернової продуктивності сої на дерновому
глейовому ґрунті Малого Полісся..... 17 ...on the sod clay soil of the Male Polissia

Сенчина Ю. В.

Senchyna Yu.

Переваги і ризики вирощування кукурудзи... 32Advantages and risks of growing corn

Василенко С. В.

Vasylenko S.

Озимий ріпак: сучасні гібриди, технології
вирощування та способи підживлення..... 38technologies and methods of nutrition

Король В. А.

Korol V.

Вплив систем удобрення на біометричні
показники та урожайність картоплі..... 44 ...on biometric indicators and potato yield

Федак В. Д., Полуліх М. І.

Fedak V., Polulikh M.

Фізіологічні показники крові телиць
симентальської породи Прикарпаття
різних типів конституції..... 55of different types of constitution

Наукова діяльність

РОСЛИННИЦТВО

© М. Є. Штанько, 2024
УДК 633.85:631.5:631.526

DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-4-1

РІПАК ОЗИМИЙ НЕ ВТРАЧАЄ СВОЇХ ПОЗИЦІЙ

Микола ШТАНЬКО, аспірант (науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук І. С. Волощук)
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна
e-mail: mykolashtanko@gmail.com

Вибір найбільш пріоритетних напрямів розвитку аграрного виробництва в післявоєнний період є важливим завданням відродження економіки України. Нездатність залучити до сільськогосподарського виробництва третину високородючих земель у східних і південних регіонах через військові дії росії та замінування, змушує вітчизняних виробників нарощувати виробництво в інших регіонах і гарантувати продовольчу безпеку населенню та збільшувати експортний потенціал для забезпечення життєдіяльності держави.

В умовах діючого воєнного стану спостерігається різкий спад агробізнесу та харчової промисловості, втрачено позитивні тенденції та динаміку розвитку суміжних галузей, існують високі ризики в наданні супутніх послуг. У статті відображено народногосподарське значення ріпаку озимого як однієї з цінних олійних культур у харчовій промисловості, годівлі тварин, виробництві біопалива, як медоносної рослини, її агротехнічне значення.

Визначено найбільші країни-виробники ріпакової продукції та обсяги реалізації в світі та Україні за 2023 р., представлено прогноз на 2024 р., наведено площі посіву, валові збори, урожайність. Проаналізовано сортовий асортимент «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» за 2023 р. Описано напрямки селекції виведення цієї культури відповідно до вимог виробництва. Представлено біологічні вимоги ріпаку озимого до умов вирощування та інноваційні розробки вітчизняних і зарубіжних вчених щодо строків і способів сівби, норм висіву насіння, системи основного та позакореневого внесення мінеральних добрив, мікродобрив, регуляторів росту тощо. Обґрунтовано проблемні питання технології вирощування озимого ріпаку.

Метою літературного огляду було обґрунтувати сучасний стан та перспективи вирощування і виробництва ріпаку озимого в світі та Україні.

Ключові слова: ріпак озимий, площа посіву, виробництво, використання, біологічні властивості, агротехніка вирощування.

Конкурентні переваги в задоволенні попиту на зовнішньому ринку та забезпеченні внутрішніх потреб створює перспективні передумови для галузі виробництва та переробки продукції олійних культур. Олійна промисловість характеризується значними обсягами експорту, рентабельністю, розмірами надходження валюти до бюджету України, темпами розвитку. Орієнтованим та стабільним за ціною є ріпак (*Brassica napus* L.), який входить у трійку найпопулярніших олійних культур і не втрачає своїх позицій незважаючи на повномасштабну війну в Україні (Fischer T. A. et al., 2014; Lytovchenko L., 2022; Tokarchuk D., 2015).

За своїми унікальними біологічними та хімічними властивостями він широко використовується в значних перспективах розвитку та широкого впровадження. За даними AgroInsightex площа посівів озимого ріпаку в Україні за останні 5 років сягала 96,4 %, ярого – лише 2–3 %. Згідно з даними Міністерства аграрної політики та продовольства, у 2022 р. в нашій країні було зібрано 3,1 млн т ріпаку проти 2,9 млн т – у 2021 р. (Boiko O.

& Geiko L., 2020; Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine, 2024; Lebyd L., 2024).

Світове виробництво ріпаку в 2023/24 МР очікується на рівні 87,2 млн т, а прогнозований світовий обсяг торгівлі – 17,7 млн т, переробки – 81,1 млн т проти 80,8 млн т у 2022/23 МР. Виробництво ріпаку в ЄС у 2023/24 МР прогнозується на рівні 20,2 млн т, врожайність оцінюється в 3,33 т/га, що на 1 % більше, ніж минулого року. Площа збору врожаю оцінюється в 6,1 млн га, на 2 % більше, ніж торік (Kulakova O., 2024).

Згідно з оновленою оцінкою аналітиків ІА «АПК-Інформ», виробництво ріпаку в Україні може досягнути нового історичного максимуму, склавши 4,2 млн т (+5 % до попередньої оцінки; +17 % до 2022 р.). Збільшення потенціалу валового збору олійної культури стало можливим за рахунок розширення посівної площі до 1,5 млн га (+3 % до 2022 р.), що, в свою чергу, відбулося через привабливу цінову кон'юнктуру ринку минулої осені на тлі загального зниження цін на сільгоспкультури в Україні та, зокрема, зернові. Також варто зазначити, що погодні умови в період

вегетації й дозрівання в цілому позитивно вплинули на врожайність ріпаку, яка оцінюється в межах 2,88 т/га (+5 % до попередньої оцінки; -3 % до 2022 р.).

Оновлений прогноз експорту ріпаку в 2023/24 МР складає близько 3,8 млн т (+4 %; +10 %). В той же час зовнішня торгівля в поточному сезоні залишається ускладненою внаслідок припинення роботи "зернового коридору", ракетних обстрілів дунайських портів та значного навантаження на західні переходи і, найімовірніше, буде більш розтягнутою в часі. Крім того, експорт українського ріпаку наразі залишається забороненим до 5 країн ЄС (Польща, Румунія, Болгарія, Словаччина та Угорщина) (APK-inform, 2024).

Широке використання ріпакової продукції в різних сферах промисловості давно відоме як європейським, так і вітчизняним виробникам. Згідно звіту аналітичної компанії Mordor Intelligence™ у 2023 р. найбільшими споживачами (понад 50 %) ріпакової продукції в світі були Північна Америка та Європа (Cwalina-Ambroziak B. et al., 2016).

З інформації FAO відомо, що насіння ріпаку вирощують в 65 країнах на загальній площі близько 42 млн га, зокрема Канаді – 8,3 млн га, Індії – 7,5 та Китаї – 6,8 млн га. У 16 країнах світу урожайність не перевищує 1,45 т/га, у 21 – до 2,45 т/га, у 18 – до 3,45 т/га, а в 9 країнах – понад 3,45 т/га. Найвищу середню врожайність отримують в Ірландії – 4,3 т/га, Чилі – 4,0, Данії – 3,8, Бельгії – 3,7, Німеччині – 3,7, Швейцарії – 3,6, Нідерландах – 3,5 т/га (Kernasyuk Yu., 2024).

Ріпакова олія набула популярності в харчовій промисловості завдяки високому вмісту омега-3 і омега-6 жирних кислот, які знижують рівень холестерину. Дослідження «Комплексний огляд корисних для здоров'я компонентів ріпакової олії» проведене в Китаї, свідчить, що ріпакова олія має великий вміст токоферолів – вітамінів групи Е. Ці речовини можуть знижувати ризик дегенеративних захворювань, які вражають нервову систему та м'язи, запобігають атеросклерозу та пов'язаним із ним серцево-судинним захворюванням. Її радять вживати пацієнтам із захворюванням Альцгеймера. Також ріпакова олія багата на кверцетин, який має низку переваг для здоров'я, наприклад, зменшує запалення, коагуляцію, гіперглікемію та гіпертонію. А речовина сквален в ріпаковій олії захищає печінку від різних дисфункцій (Kumar A. et al., 2016).

Високий вміст білка (біля 30 %) та низький клітковини в залишках насіння дозволяє використовувати його для годівлі тварин і забезпечує високу засвоюваність корму. Після переробки ріпаку на олію чи біопаливо утворюється макуха, цінна за вмістом харчових й біологічно активних речовин. У харчуванні людини вона не застосовується через наявність у

складі гліукозинолатів, які надають продуктам гіркої смаку (Raksha-Slyusareva O. A. et al., 2014).

Особливої актуальності набуває виробництво біопалива з ріпаку, що зменшує залежність нашої держави від імпорту енергоносіїв. За низької температури замерзання ріпакова олія є відмінним паливним матеріалом в регіонах з холодним кліматом. Промислове використання біопалива з насіння ріпаку дозволяє зменшити викиди вуглецю та пом'якшити проблеми з енергетичною безпекою, пов'язані з використанням викопних видів палива (Chekhova I. V., 2014).

Зелена маса ріпаку озимого за весняної сівби містить до 31 % абсолютно сухої речовини, клітковину, а також багато вітамінів і мінеральних речовин (Ca, P, S та ін.), тому є хорошим зеленим кормом для сільськогосподарських тварин. В Угорщині, Великій Британії та Іспанії з соломи ріпаку виготовляють папір, картон та целюлозу (Holda D. M., 1997).

Ріпак є добрим медоносом. Один гектар посіву за сприятливих погодних умов забезпечує до 50 кг меду, який немає аналогів за складом мікроелементів. За цілющими властивостями його називають «живим». За низького вмісту кислоти, ріпаковий мед рекомендований людям, які страждають від надлишку кислоти в шлунку. Квітки ріпаку виробляють неймовірну кількість високоякісного жовтого пилку з вмістом білка 22–27% та 7 % жирів (тоді як інші види – всього 2 %). Вплив цих показників на поживність ріпакового меду мало вивчений, але для бджіл цей пилок надзвичайно корисний (Razanov S. et al., 2020).

Агротехнічне значення ріпаку озимого полягає у тому, що він є добрим попередником, який рано звільняє поле, завдяки добре розвиненій стрижневій кореневій системі розпушує ґрунт, покращує водний баланс та засвоює важкодоступні елементи живлення з нижніх шарів. Під час вегетації рослини ріпаку захищають ґрунт від негативної дії сильних дощів і перегріву сонячними променями, а також від непродуктивного випаровування води з ґрунту (рис. 1).

Зернові культури після такого попередника забезпечують приріст врожайності 10–15 % (Oliynyk O. O. et al., 2016; Polishchuk A. A. & Bulavkina T. P., 2014).

Підвищення продуктивності рослин даної культури відбувається під впливом комплексу чинників (сортовий та гібридний склад, генерація висіяного насіння, ґрунтово-кліматичні умови, технологія вирощування). У ретроспективному плані на кожному етапі один з чинників є домінуючим.

Оскільки щорічно для впровадження пропонується новий сортовий та гібридний склад культури, то визначення адаптивної специфічності сортів і гібридів ріпаку озимого шляхом встановлення пластичності та стабільності на прояв урожайності за різних умов вирощування має

важливе значення (рис. 2) (Волощук та ін., 2017; Ткачук та ін., 2024).

Сорти й гібриди, створені вітчизняною селекцією для конкретної ґрунтово-кліматичної зони, характеризуються високими адаптивними властивостями в широкому аспекті стресових факторів зовнішнього середовища.



Рис. 1. Загальний вигляд дослідних ділянок ріпаку озимого Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (2024 р.)

Сортовий асортимент, представлений у «Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні» на 29 травня 2023 р. налічував 556 сортів, гібридів і батьківських компонентів ріпаку різних груп стиглості, з яких озимого типу розвитку – 350, із них 69 сортів і 281 гібрид, та ярого – 53, відповідно 7 і 46 (Ukrinform, 2024).



Рис. 2. Стан розвитку рослин ріпаку озимого гібриду ДК Експіро (2024 р.)

Shcherbakov V. Ya. & Yurkevich E. A. (2017) стверджують, що сприятливими умовами для ріпаку озимого є опади на початку вересня (20–30 мм і більше), теплий жовтень та прохолодний (5–7 °C) листопад. Помірні температури ґрунту (від 0 до –3 °C) в зимовий період з стійким мінімальним сніговим покривом у січні – 5–10 см та

У кожному генотипі закладається конкретний спадково зумовлений потенціал продуктивності, який за поєднання комплексу морфо-агробіологічних ознак і властивостей може бути повністю реалізований в сприятливих погодних умовах (Savchuk Yu. M. & Antonenko A. F., 2019; Voloshchuk O. P. et al., 2018a).

температурою не нижче –15 °C. У лютому оптимальною є середньомісячна температура повітря –2–3 °C без відлиг. Не рання, безморозна, прохолодна весна та теплий вологий травень. За останні роки температурні умови перевищують середньобагаторічні показники, тому значення має помірна кількість опадів.

Гарантовану перезимівлю рослини, формування та отримання високої врожайності забезпечують оптимальні строки сівби та норми висіву насіння. За допущених помилок у цих агрозаходах ймовірність отримання низьких врожаїв є великою, оскільки зменшення осінньої вегетації не дозволяє сформувати достатню кількість листя в прикореневій розетці, розвинути кореневу систему та накопичити оптимальну кількість цукрів у кореневій шийці. Також важливим є рівномірний розподіл насіння на одиниці площі, що забезпечується оптимальною нормою висіву.

Внутрішню конкуренцію рослин обумовлену витягуванням точки росту і винесення кореневої шийки на 5–10 см над поверхню ґрунту спричиняє необґрунтоване підвищення норм висіву насіння ріпаку озимого, особливо за ранніх строків сівби (Voloshchuk O. P. & Rasputenko A. A., 2018b).

Майбутній урожай можна спрогнозувати за густотою рослин: 35–45 шт./м² – урожайність насіння 3,0–4,0 т/га, більше 50 шт./м² – 2,5–3,5 т/га, за 18–25 шт./м² – 1,5–2,5 т/га. Досліджуючи норми висіву ріпаку озимого в осінній період оптимальною густотою стояння рослин, яка забезпечує біологічний розвиток культури, її перезимівлю та продуктивність є 80–100 росл./м², тому норма висіву

повинна бути в межах 0,9–1,2 млн схож. нас./га (Voloshchuk O. P. et al., 2022).

Саме розвиток рослин на час припинення осінньої вегетації забезпечує до 70 % продуктивності рослин. Диференціацію органів до генерації забезпечує оптимальний строк сівби, за якого до припинення осінньої вегетації тривалість віку становить 100–105 діб із сумою температур 600–800 °С. За таких термінів рослини перезимовують у фазі розетки 6–10 листків, висотою 10–15 см, з діаметром кореневої шийки 0,8–1,0 см та її винесенням над поверхнею ґрунту на 2,5–3,0 см.

За ранніх та пізніх термінів сівби ріст і розвиток рослин є більшим, або нижчим, тому несе загрозу посівів (Lavrinenko Yu. O. et al., 2016; Namayunova V. V. & Haro I. M., 2017; Bazaliy V. V. et al., 2015).

Залежно від вологості ґрунту для різних зон вирощування оптимальні строки сівби становлять: Полісся – 1–5 серпня, Лісостепу – 5–10 серпня, центрального Степу – 10–15 серпня, північного Степу – 20–25 серпня і їх можна зміщувати на 4–6 діб у ту чи іншу сторону (Polyakov O. I., 2022; Kosowska R. Yu., 2014).

Дослідження V. V. Namayunova & I. M. Haro (2021) підтверджують, що найвищу урожайність насіння (4,54 т/га) забезпечує сівба ріпаку озимого в першій декаді вересня, звичайним рядковим способом (15 см) з основним обробітком ґрунту (оранка на глибину 25–27 см) (рис. 3).



Рис. 3. Висота рослин ріпаку озимого сорту Дарунок під впливом застосування мінеральних добрив (науковий керівник тематики), 2024 р.

Вченими доведено, що система мінерального живлення рослин з включенням сучасних багатофункціональних рістрегулюючих препаратів забезпечує синхронізацію формування вегетативних і генеративних органів, зменшує їх редукцію і є важливим агрозаходом в підвищенні

стійкості рослин до абіотичних і біотичних чинників.

Залежно від прогнозованої врожайності, ріпак озимий може 15–25 % елементів живлення засвоїти з ґрунтових запасів, решту потреби забезпечують мінеральними добривами (Bondarchuk I. L., 2018; Domaratsky Ye. O. et al., 2019; Garbar L. A. et al., 2018; Shevchuk R. V. et al., 2014).

Визначальним фактором для ріпаку озимого є умови живлення. Це культура інтенсивного типу, реалізація біологічного потенціалу якої в значній мірі визначається застосуванням добрив у необхідній кількості і за оптимального співвідношення окремих елементів. Для формування 1 т насіння з відповідною масою соломи, рослини потребують: 50–60 кг азоту, 25–35 – фосфору, 40–60 – калію, 10–15 – сірки, 6,6 – магнію, 5,7 кг – кальцію, 40 г – цинку, 40 г – марганцю та 4 г – міді. Особливо необхідними під час росту генеративних органів і формування насіння є азотні добрива, тому їх вносять поетапно: перед сівбою – 20 %, на початку весняної вегетації – 50 %, через 20–30 діб після цього – 30 % (Matsera O. O., 2018; Matsera O. O., 2020).

Засвоєння елементів живлення кореневою системою впродовж осіннього періоду становить: 20 % азоту, 10 – фосфору, 20 – калію і 10 % – сірки, у весняний, відповідно 67 %, 70, 80 і 65 %; літній: азоту – 13 %, фосфору – 20, сірки – 25 %. Ряд дослідників надають перевагу розрахунковим нормам внесення добрив виходячи з родючості ґрунту, впливу попередника та виносу елементів живлення урожаєм на одиницю продукції (Béres Ju. et al., 2019; Jankowski K. J. et al., 2019; Sieling K. et al., 2017; Li Y. Sh. et al., 2014; Stahl A. et al., 2017; Wang Y. et al., 2014).

Система живлення нерозривно пов'язана з попередниками. Найкращими із них є багаторічні бобові трави, хорошими – рання картопля, горох, зернові колосові культури, однорічні та багаторічні трави. Не рекомендовані – з родини капустяних (капуста, редька, гірчиця) і цукрові буряки, що сприяють поширенню нематод.

Неправильна сівозміна призводить до ураження культури ріпаку хворобами і шкідниками, тому сучасний захист листкового апарату передбачає ряд агрозаходів: організаційно-господарські, агротехнічні, біологічні, імунологічні та хімічні методи.

Відсутність спеціалізованих сівозмін зобов'язує до повернення ріпаку на попереднє місце через 4–6 років з метою оздоровлення ґрунту та зменшення первинної інфекції збудників.

Поширенню хвороб сприяє підвищена вологість повітря (80 %), дощова погода та помірний температурний режим (18 °С), для борошнистої роси – посуха. До найпоширеніших хвороб відносяться: склеротиніоз (біла гниль), мікосфереллез,

пероноспороз, фомоз, борошниста роса (Savchuk Yu. M., 2017).

О. V. Makuha (2020) розробив систему фітосанітарного моніторингу для науково-обґрунтованої оцінки та контролю показників структури популяції шкідливих комах, поширених у посівах ріпаку озимого на півдні України, яка базується на регулярному виконанні комплексу обліків та спостережень з використанням загальноприйнятих візуальних і приладних методів і охоплює весь технологічний цикл вирощування культури.

За критерій доцільності проведення хімічних обробок посівів ріпаку взято показник економічного порогу шкодочинності який вимагає необхідних знань ідентифікаційних ознак

Висновки

Ґрунтово-кліматичні умови Західного Лісостепу України є сприятливими для нормального росту й розвитку рослин ріпаку озимого і відповідають його біологічним вимогам. Оптимальна кількість опадів та підвищений температурний режим дозволяють сконцентрувати його виробництво в господарствах різних організаційно-правових форм.

У сучасних умовах обмеженого ресурсного забезпечення сільського господарства, спричинених воєнними діями росії, зростає роль сорту, гібриду який ефективно використовував би природні фактори життєзабезпечення рослин, насінневого матеріалу високих генерацій та ефективних технологій вирощування.

Причини розбалансованості науково обґрунтованих технологій вирощування ріпаку озимого полягають у неврахуванні реакції

морфології, біології, екології шкідників і пошкодження ними рослин.

Посіви ріпаку на сьогоднішній час можуть заселяти більше ніж 50 видів шкідників, а втрати врожайності від шкідливих організмів можуть становити до 30–45 %. До найбільш шкодочинних відносяться: ріпаківі та хрестоцвіті блішки, ріпаківий трач (пильщик), великий ріпаківий прихованохоботник, капустяний стебловий, стручковий (насінневий) та інші види прихованохоботників, капустяний стручковий комарик, ріпаківий квіткоїд (He Yo. et al., 2019; Nilsson Ch. et al., 2015; Barzman M. et al., 2019; Klem K. & Spitzer T., 2017; Brandes M. & Heimbach U., 2018a; Brandes M. & Heimbach U., 2018b; Stankevych S. V. et al., 2019; Dainese M. et al., 2017).

конкретного сорту чи гібриду на строки, способи сівби, норми висіву насіння, рівня живлення, що в кінцевому рахунку впливає на економічну ефективність вирощування.

Удосконалення елементів технології повинно включати нові високопродуктивні сорти і гібриди та інноваційні мінеральні добрива, мікродобрива, регулятори росту, засоби захисту від хвороб та шкідників, що повинно забезпечувати високу й стабільну врожайність та якість вирощеної продукції.

Підвищення врожайності даної культури дасть можливість поповнити ресурси рослинної олії на харчові цілі, забезпечити галузь тваринництва кормовим білком, а це є важливим завданням для різних агрокліматичних зон України, особливо Лісостепу Західного.

Список використаної літератури

Barzman M., Bärberi P., Birch A. N. E., Boonekamp P. M., Dachbrodt-Saaydeh S., Graf B., Hommel B., Jensen J. E., Kiss J., Kudsk P., Lamichhane J. R., Messéan A., Moonen A. C., Ratnadass A., Ricci P., Sarah J.-L., Satt M. (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (4), 1199-1215. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>

Bazaliy V. V., Kerimov A. N., Donets A. A. (2015). Productivity and quality of seeds of varieties of winter oilseed rape, depending on seeding rates and conditions of nutrition in Southern Ukraine. *Tauride Scientific Bulletin. Series Agriculture, plant growing, vegetable growing and melon growing*, 93, 6-13. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://www.ksau.kherson.ua/files/visnik/THB93.pdf> [Accessed 10 May 2024].

Béřeš Ju., Bečka D., Tomášek Ja., Vašák Ja. (2019). Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant, soil and*

environment, 65 (9), 435-441. DOI: <https://doi.org/10.17221/444/2019-PSE>

Boiko O., Geiko L. (2020). Current state of oil and fat industry enterprises of Ukraine. *Economic space. Economics and enterprise management*, 157, 32-37. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/157-6>

Bondarchuk I. L. (2018). Winter rape varietal reaction of hibernation parameters during the growth regulating application under the conditions of Northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy NAU*, 3 (35), 68-71. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/6560/1/1.1.pdf> [Accessed 10 May 2024].

Brandes M., Heimbach U. (2018a). Pyrethroid resistance of insect pests of oilseed rape in Germany. *Integrated Control in Oilseed Crops*, 136, 69-72. https://www.researchgate.net/publication/328168056_Pyrethroid_resistance_of_insect_pests_of_oilseed_rape_in_Germany

- Brandes M., Heimbach U., Ulber B. (2018b). Impact of insecticides on oilseed rape bud infestation with eggs and larvae of pollen beetle (*Brassicogethes aeneus* (Fabricius)). *Arthropod-Plant Interactions*. Vol. 12(1). P. 811–821. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11829-018-9616-y>
- Chekhova I. V. (2014). Directions for the use of oilseeds in the bioenergy industry. Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of the NAAS, 21, 172-179. (In Ukrainian). [Online]. Available at: http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2014/21/Chekhova_21.pdf [Accessed 8 May 2024].
- Cwalina-Ambroziak B., Stępień A., Kurowski T. P., Głosek-Sobieraj M., Wiktorski A. (2016). The health status and yield of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) grown in monoculture and in crop rotation under different agricultural production systems. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 12, 1722-1732. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2016.1171851>
- Dainese M., Schneider G., Krauss J., Steffan-Dewenter I. (2017). Complementarity among natural enemies enhances pest suppression. *Scientific Reports*, 7 (1), 8172, 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08316-z>
- Domaratsky Ye. O., Bazali V. V., Domaratsky O. O. (2019). The productivity of winter rape depending on nitrogen nutrition and growth regulating fertilizers under climate change conditions. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 1, 53-62. (In Ukrainian). DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1\(101\)-8](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1(101)-8)
- Fischer T. A., Byerlee D., Edmeades G. O. (2014). Crop yields and global food security: will yield increase continue to feed the world? *ACIAR Monograph No. 158*. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra, 634 p. [Online]. Available at: https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/mn158_web_5_0.pdf [Accessed 2 May 2024].
- Garbar L. A., Yatsishina T. P., Samolyuk O. P. (2018). The effect of fertilizer on the overwintering of winter rapeseed. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 74-77. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.12>
- Hamayunova V. V., Haro I. M. (2017). Productivity and quality of winter rapeseed seeds depending on soil tillage, timing and method of sowing in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University. Plant growing, horticulture and feed production*, 1 (1), 49-57. (In Ukrainian). [Online]. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2017_1%281%29__8 [Accessed 10 May 2024].
- Hamayunova V. V., Haro I. M. (2021). Economic efficiency of winter rapeseed growing depending on the influence of elements of technology in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 3, 38-45. (In Ukrainian). DOI: [https://www.doi.org/10.31521/2313-092X/2021-3\(111\)-5](https://www.doi.org/10.31521/2313-092X/2021-3(111)-5)
- He Yo., Zeng H., Fan Ya., Ji Sh., Wu J. (2019). Application of deep learning in integrated pest management: A real-time system for detection and diagnosis of oilseed rape pests. *Hindawi. Mobile Information Systems*, 2019, ID 4570808, 14 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/4570808>
- Holda D. M. (1997). Rapeseed - fodder, oil and honey. *Pasiko*, 10, 29. (In Ukrainian).
- Jankowski K. J., Sokółski M., Szatkowski A. (2019). The Effect of Autumn Foliar Fertilization on the Yield and Quality of Winter Oilseed Rape Seeds. *Agronomy*, 9 (12), 849. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120849>
- Kernasyuk Yu. Global and domestic rapeseed markets. *Agribusiness today*. July 2022. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24923-hlobalnyi-i-vnutrishnii-rynky-ripaku.html> [Accessed 8 May 2024].
- Klem K., Spitzer T. (2017). Prediction model for cabbage stem weevil *Ceutorhynchus pallidactylus* M. occurrence on winter rape based on an artificial neural network. *Agricultural and Forest Entomology*, 19, 3, 302-308. DOI: <https://doi.org/10.1111/afe.12209>
- Kosowska R. Yu. (2014). Increasing the winter hardiness of winter rapeseed in seed crops. *Foothill and mountain agriculture and livestock breeding*, 56 (I), 99-103. (In Ukrainian). [Online]. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2014_56%281%29__19 [Accessed 10 May 2024].
- Kulakova O. World production and its processing. What to expect in 2023/2024. August 2023. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://agroportal.ua/blogs/svitove-virobnictvo-ripaku-ta-yogo-pererobka-u-2023-24-roci> [Accessed 2 May 2024].
- Kumar A., Sharma A., Upadhyaya K. C. Vegetable oil: nutritional and industrial perspective. (2016). *Curr. Genomics*, 17, 230-240. DOI: [10.2174/1389202917666160202220107](https://doi.org/10.2174/1389202917666160202220107)
- Lavrinenko Yu. O., Vlaschuk A. M., Shapar L. V. (2016). Yield and economic efficiency of growing winter rape varieties depending on the time of sowing and seeding rate under the conditions of the South of Ukraine. *Tauride Scientific Bulletin. Agricultural Sciences*, 96, 79-86. (In Ukrainian). [Online]. Available at: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/96_2016/14.pdf [Accessed 10 May 2024].
- Lebyd L. Embargo of five. Is it worth looking for another way for Ukrainian rapeseed? *AgroPortal*, May 2023. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://agroportal.ua/publishing/analitika/embargo-p-yatirki-chi-var-to-shukati-inshiy-shlyah-dlya-ukrajinskogo-ripaku> [Accessed 2 May 2024].
- Li Y. Sh., Yu Ch. B., Zhu Sh., Xie L. H. (2014). High planting density benefits to mechanized harvest

and nitrogen application rates of rapeseed (*Brassica napus* L.). Soil Science and Plant Nutrition, 60 (3), 384-392. DOI: <https://doi.org/10.1080/00380768.2014.895417>

Lytovchenko L. (2022). Trends and prospects for the development of enterprises for the production and processing of oilseed products in risky conditions. Journal of Innovations and Sustainability, 4, 202-206. DOI: <https://doi.org/10.31649/ins.2022.4.202.206>

Makuha O. V. (2020). System of phytosanitary monitoring of winter rapeseed pests in the conditions of the South of Ukraine. Tauride Scientific Bulletin, 114, 69-77. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.10>

Matsera O. O. (2018). Formation of the structure of the winter rapeseed harvest depending on the fertilizer system and sowing time. Open Access Peer-reviewed Journal Science Review. Agriculture. Poland, Warsaw, 3 (10), 3, 3-5. [Online]. Available at: <http://repository.vsau.org/getfile.php/17246.pdf> [Accessed 15 May 2024].

Matsera O. O. (2020). Comparative evaluation of quality properties of winter rapeseed depending on the level of fertilizers and sowing date. Plant production, current state and development prospects, 16, 108-118. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-1-8>

Nilsson Ch., Büchs W., Klukowski Z., Luik A., Ulber B., Williams I. H. (2015). Integrated crop and pest management of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Zemdirbyste-Agriculture, 102, 3, 325-334. DOI: [10.13080/z-a.2015.102.042](https://doi.org/10.13080/z-a.2015.102.042)

Oliinyk O. O., Kucherova A. V., Holtsman O. S. (2016). Features of the winter oilseed rape growing in Ukrainian Polissia. Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management. Agricultural Sciences, 2, 74, 91-99. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/ojsadmin,+Vs7411.pdf> [Accessed 8 May 2024].

Polishchuk A. A., Bulavkina T. P. (2014). Rapeseed: pros and cons. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 3, 67-70. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.03.11>

Polyakov O. I. (2022). Characteristics of growth, development and yield formation of winter canola depending on sowing rate for different sowing periods. Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of the NAAS, 33, 99-110. (In Ukrainian). DOI: <https://www.doi.org/10.36710/IOC-2022-33-10>

Raksha-Slyusareva O. A., Krul V. O., Slyusarev O. A. (2014). Use of secondary products of rapeseed processing in the food industry. Biotechnologia Acta, 7, 2, 114-117. DOI: <https://doi.org/10.15407/biotech7.02.114>

Razanov S., Nedashkovsky V., Verhelis V. (2020). The Productivity of bee colonies on different temperature parameters and duration of the winter rape flowering period. Technology of production and processing of livestock products: collection. scientific works, 2, 97-102. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2020-158-2-97-102>

(In Ukrainian). [Online]. Available at: https://tvppt.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/pererobka/tehnolog_pererob_prod_tvarinich_2_2020.pdf [Accessed 8 May 2024].

Savchuk Yu. M. (2017). Limiting the development of winter rapeseed diseases depending on the timing of sowing and microfertilizers. Bulletin of Agrarian Science, 2, 72-74. (In Ukrainian). [Online]. Available at: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2017_02_13.pdf [Accessed 15 May 2024].

Savchuk Yu. M., Antonenko A. F. (2019). Dependence of yield and sowing qualities of winter rape seeds on variety and cultivation technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 2 (93), 20-27. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.02>

Sieling K., Böttcher U., Kage H. (2017). Sowing date and N application effects on tape root and aboveground dry matter of winter oilseed rape in autumn. European Journal of Agronomy, 83, 40-46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.11.006>

Shcherbakov V. Ya., Yurkevich E. A. (2017). Terms offorming of high harvest of winter- annual rape depending on the meteorological terms of different periods of vegetation in Steppe of Ukraine. Agrarian Bulletin of the Black Sea Region. Agricultural Sciences, 84-2, 114-120. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1761/3/%D0%A9%D0%B5%D1%80%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%92.%D0%AF..pdf> [Accessed 10 May 2024].

Shevchuk R. V., Rovna G. F., Kirienko G. S. (2014). Winter rapeseed productivity depending on different levels of fertilizer. Foothill and mountain agriculture and livestock breeding, 56 (2), 108-114. (In Ukrainian). [Online]. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2014_56%282%29_19 [Accessed 10 May 2024].

Stahl A., Pfeifer M., Frisch M., Wittkop B., Snowdon R. J. (2017). Recent genetic gains in nitrogen use efficiency in oilseed rape. Frontiers in plant science, 8, 963. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00963> [Online]. Available at: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2017.00963/full> [Accessed 15 May 2024].

Stankevych S. V., Yevtushenko M. D., Vilna V. V., Zabrodina I. V., Lutytska N. V., Nakonechna Yu. O., Molchanova O. A., Melenti V. O., Golovan L. V., Klymenko I. V., Zhukova L. V., Pismennyi O. V. (2019). Integrated pest management of flea beetles (*Phyllotreta spp.*) in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Ukrainian Journal of Ecology, 9 (3), 198-207. DOI: https://doi.org/10.15421/2019_79

State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. May 2024. (In Ukrainian). [Online].

Available at: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reystyr-sortiv-roslyn> [Accessed 10 May 2024].

The estimate of rapeseed production in Ukraine in 2023 has been increased. APK-inform. August 2023. August 2023. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://www.apk-inform.com/uk/news/1535953> [Accessed 8 May 2024].

The sown areas of Ukraine in 2023 will be reoriented to oilseeds (01.08.2023). Ukrinform. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3648517-posivni-plosi-ukraini-u-2023-roci-pereorientuut-na-olijni-kulturi-minagropolitiki.html> [Accessed 2 May 2024].

Tkachuk O. P., Razanov S. F., Banul S. O. (2024). Scientific principles of selection of varieties and hybrids of winter rapeseed. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*, 7, 175-181. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.19>

Tokarchuk D. (2015). The modern state, efficiency and prospects of rape production in the european union and in Ukraine. *Agroworld*, 13, 19-23. (In Ukrainian). [Online]. Available at: http://www.agrosvit.info/pdf/13_2015/5.pdf [Accessed 2 May 2024].

Voloshchuk I. S., Voloshchuk O. P., Rop R. Yu., Hlyva V. V., Sluchak O. M., Prystatska O. N., Rasputenko A. A. (2017). Agrotechnological principles

of growing winter rapeseed seeds in the Western Forest-Steppe of Ukraine. Lviv: Spolom, 212 p. (In Ukrainian).

Voloshchuk O. P., Sluchak O. M., Rasputenko A. A. (2018a). Productivity of winter rapeseed depending on timing, sowing methods and seed sowing rates. *Foothill and mountain agriculture and livestock breeding*, 64, 44-55. (In Ukrainian). DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-\(64\)-4](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-(64)-4)

Voloshchuk O. P., Rasputenko A. A. (2018b). Features of the autumn development of winter rapeseed plants depending on the timing, sowing methods and seed sowing rates. *Foothill and mountain agriculture and livestock breeding*, 63, 38-48. (In Ukrainian). [Online]. Available at: file:///C:/Users/Admin/Downloads/pgzt_2018_63_6.pdf [Accessed 10 May 2024].

Voloshchuk O. P., Sendetskyi V. M., Melnychuk T. V., Sendetskyi I. V. (2022). Productivity of winter rape by the application of vermiyodis growth regulator and different seeding rates. *Foothill and mountain agriculture and livestock breeding*, 71 (2), 67-84. (In Ukrainian). DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2022-\(71\)-2-5](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2022-(71)-2-5)

Wang Y., Liu B., Ren T., Li X., Cong R., Zhang M., Yousaf M., Lu J. (2014). Establishment method affects oilseed rape yield and the response to nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal*, 106 (1), 131-142. DOI: 10.2134/agronj2013.0374.

WINTER RAPESEED DOES NOT LOSE ITS POSITIONS

Mykola SHTANKO

Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS

Selecting the highest priority areas for the development of agricultural production in the post-war period is an important task in reviving the Ukrainian economy. The inability to cultivate a third of highly fertile lands in the eastern and southern regions due to russian military actions and mining, forces domestic producers to increase production in other regions and guarantee food security for the population and increase the export potential to ensure the vital activity of the state.

Under the current war law, there is a sharp decline in agribusiness and the food industry, positive trends and dynamics of development of related industries have been lost, and there are high risks in the provision of related services. The article reflects the national economic importance of winter rapeseed as one of the valuable oilseed crops in the food industry, animal feeding, biofuel production, as a honey plant of agrotechnical importance.

The largest producing countries of rapeseed products and sales volumes in the world and Ukraine for 2023, a forecast for 2024 have been identified, sowing areas, gross yields, and yields are given. The varietal assortment of the "State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine" for 2023 was analyzed. The directions for breeding this crop in accordance with production requirements are described. The biological requirements of winter rapeseed for growing conditions and innovative developments of domestic and foreign scientists regarding the timing and methods of sowing, seed sowing rates, the system of basic and foliar application of mineral fertilizers, microfertilizers, growth regulators, etc. are presented. The problematic issues of mentioned crop, namely – winter rapeseed cultivation technology are substantiated.

The aim of the literature review was to substantiate the current state and prospects for the cultivation and production of winter rapeseed in the world and Ukraine.

Keywords: winter rapeseed, planting area, production, use, biological properties, agricultural cultivation technology.

Отримано: 05.06.2024

Погоджено до друку: 28.08.2024

ВПЛИВ БІОЛОГІЗОВАНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСНІ ПАРАМЕТРИ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Ангеліна ДУБИЦЬКА, Оксана КАЧМАР, кандидати сільськогосподарських наук,
Олександр ДУБИЦЬКИЙ, кандидат біологічних наук,
Марія ЩЕРБА, науковий співробітник
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна
e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення закономірностей впливу біологізованих систем удобрення на продуктивність та якісні параметри зерна пшениці озимої. Мета роботи: з'ясувати характерні риси впливу біологізованих систем удобрення на формування врожаю пшениці озимої та його якісні параметри. Для досягнення поставленої мети були застосовані наступні методи: фізіологічні й біохімічні для визначення вмісту клейковини та білка у зерні. Облік елементів структури врожаю та біологічної врожайності проводився згідно загальноприйнятих методів. Встановлено, що на формування елементів структури врожаю та якість зерна пшениці озимої чинять вагомий вплив біологізовані системи удобрення. Найбільшою ефективністю відзначались системи удобрення з наступним складом: солома бобових + $N_{90}P_{60}K_{60}$ з додаванням біостимулятора (БС) і гумусного добрива (ГД) або обробка рослин хелатним добривом (ХД) на вказаному фоні. У цих умовах відбувалось одночасне зростання біологічного врожаю до рівнів 506–509 г/м², вмісту клейковини та білка в зерні пшениці озимої до 51,9–56,2 % та 11,0–11,7 % відповідно. Одержані результати засвідчили, що використання в системах удобрення біоефекторів (БС і ГД, або ХД) беззаперечно сприяє поліпшенню ознак біопродуктивності (урожайність і якість зерна) пшениці озимої.

Ключові слова: біологізовані системи удобрення, пшениця озима, елементи структури урожаю, вміст клейковини, білка.

Вступ

Виробництво зерна в Україні – стратегічна і найефективніша галузь народного господарства, оскільки воно є основою продовольчої бази і безпеки держави (Klipakova Yu. et al., 2019; Smetanko O. V., Burykina S. I., Kryvenko A. I., 2018). На стан зерновиробництва в останні роки істотно вплинули зміни природно-кліматичних умов та недостатнє матеріально-технічне забезпечення, тому виникла потреба пошуку ресурсоощадних технологій виробництва зерна, зокрема на основі використання біологізованих систем землеробства в зональних природно-кліматичних умовах (Starchevskiy Yu. I., Starchevskiy I. P., 2008; Volkohon V. V. et al., 2006).

Сьогодні на перший план виступають дослідження, присвячені пошуку альтернативних екологічно безпечних засобів підвищення продуктивності рослин, які базуються на активації природних метаболічних процесів (Sokolovska-Serhiienko O. H., Priadkina H. O., Kapitanska O. S., 2015; Morhun V. V., Kirizii D. A., 2012). Ці пошуки набули особливої актуальності, оскільки фізичний, хімічний та інфекційний процес на рослинах часто перевищує поріг можливостей їх адаптації до несприятливих екологічних умов, що знижує реалізацію продукційного потенціалу сільськогосподарських культур. Тому існує необхідність удосконалення сучасних і розробка нових інноваційних технологічних заходів

вироснування зернових культур, зокрема пшениці озимої. Найбільш дієвою складовою сучасних біологізованих систем землеробства є системи удобрення за умов використання вторинної рослинницької продукції, зокрема, соломи попередника. Важливою умовою біологізації є забезпечення рециркуляції біогенних елементів якраз за використання побічної продукції рослинництва здебільшого на місці її вирощування. В сучасних умовах особливо актуальним є використання соломи бобових попередників під пшеницю озиму (Zaryshniak A. S., Lisovyi M. V., 2008; Tsyliuryk O. I., 2019; Bakun O. I., Bakun Yu. O., 2003).

Низькі обсяги застосування добрив, особливо органічних потребують удосконалення систем удобрення шляхом використання сучасних інноваційних елементів, які покращують віддачу біологічного потенціалу рослин. Важлива роль у цьому відводиться біоефекторам: це бактеріальні та гумусні добрива, комплекси, які стимулюють ріст а також мікроелементні добрива, зокрема хелати (Ivashchenko O., 2016, Volkohon V. V. et al., 2006).

Для підтримання екологічної безпеки сталого розвитку рослинництва велике значення має впровадження в сільськогосподарське виробництво регуляторів росту, отриманих із природної сировини. Так, використання на

пшениці озимій виготовленого в Чехії препарату "енерген" (виготовленого з органічної природної сировини і який містить екстракти водоростей, біологічно активні речовини, гумінові і фульвокислоти та інші компоненти) разом з хелатованим мікроелементним препаратом "аватар" сприяло підвищенню активності фотосинтетичного апарату, що обумовило підвищення зернової продуктивності культури (Sokolovska-Serhiienko O. H., Priadkina N. O., Kapitanska O. S., 2015; Kramarev S. M., 2008).

Не менший інтерес є і до гумусних добрив, гумінових препаратів, які різнобічно впливають на рослини: активізують біоенергетичні процеси, стимулюють обмін речовин, покращують адаптивні властивості, підвищують продуктивність рослин та якість врожаю. Гумусні добрива нівелюють негативний вплив високих доз мінеральних добрив, підвищують стійкість рослин до токсичного впливу важких металів (Ivashchenko O. O., 2016). Серед новітніх альтернативних органічних добрив, здатних активізувати аборигенну мікрофлору і позитивно впливати на ґрунтово-біологічні процеси, оптимізувати кореневе живлення рослин – гумусні добрива, такі як: гумін плюс, гумісол, тощо (Naidonova O. Ye., 2015).

Сучасні системи удобрення передбачають забезпеченість ґрунту та рослин не тільки макроелементами але й мікроелементами, роль яких у живленні рослин значна. Нестачу мікроелементів не можна замінити іншими елементами. Вони в значній мірі обмежують ураженість рослин шкідниками і хворобами, підвищують стійкість рослин до стресових ситуацій і головне, підвищують врожайність сільськогосподарських культур та їх якість. Найбільш поширеними на сьогодні є хелатні добрива (ХД), у склад яких входить етилендіамінтетраоцтова кислота (ЕДТА), яка утворює комплекси майже з усіма металами. Є відомості, що використання хелатних добрив сприяє меншому використанню з ґрунту фосфору та калію (Bohdan M. M., Karpenko V. P., Hulciaeva H. B., 2015; Kaminskyi V. F., Saiko V. F., Shevchenko I. P. et al., 2012).

Водночас залишаються маловивченими результати впливу біологізованих систем удобрення на формування та продуктивність рослин в агроценозах та якість їх врожаю.

У зв'язку з цим метою наших досліджень було з'ясування впливу біологізованих систем удобрення на формування урожаю пшениці озимої та його якісні параметри.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в полі пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) сорту Бенефіс, висіяної

після гороху та кормових бобів в умовах стаціонарного дослід з вивчення наукових основ управління продуктивністю короткоротаційних сівозмін в умовах Карпатського регіону. Схема дослідження включала такі варіанти: 1. Контроль (без добрив) – *попередник горох*; 2. Солома гороху; 3. Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$; 4. Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС (біостимулятор); 5. Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД (гумусне добриво); 6. Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД (хелатне добриво). 1. Контроль (без добрив) – *попередник кормові боби*; 2. Солома кормових бобів; 3. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$; 4. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС; 5. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД; 6. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД.

Характеристика гумусного добрива: добриво ГД (Блек-джек) – препарат нового покоління, на відміну від гуматів окрім гумінових та фульвокислот, містить ульмінові кислоти та гумін, які найбільше активні в рослинах; склад добрива: гумінові кислоти – 19-21%; фульвокислоти – 3-5%, загальна органічна речовина (в тому числі ульмінові кислоти та гумін) – 27-30%, рН препарату в межах 3,5-5,0. Доза внесення 0,5-1,0 л – в період весняного кушення та виходу в трубку.

Для покращення гормональної регуляції росту озимих зернових, а також за стресових умов використовують біостимулятор (Міллерплекс) який містить цитокініни. Склад препарату такий: екстракт водоростей (*Ascophyllum nodosum*), амінокислоти, специфічні вуглеводи, які покращують імунну систему, рослин, мікроелементи в хелатній формі та макроелементи: азот (амідна форма) – 3,0%; доступний фосфор (P_2O_5) – 3%; калій (K_2O) – 30%

Препарат хелатне добриво «Розалік» з вмістом (Zn, P, N, S). Склад препарату: амідний азот – 3%, фосфор (P_2O_5) – 19%, оксид сірки (SO_3) 5,3%, цинк (Zn) в хелатній формі з ЕДТА (5,9%). Препарат вносять в фазі весняне кушення і вихід в трубку (1,5 л/га).

Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий поверхнево оглеєний суглинковий. Основні параметри ґрунту дослідження такі: рН_(KCl) 4,78-4,92; гідролітична кислотність (Нг) – 2,38-2,46 мг екв/100 г ґрунту; сума увібраних основ (S) – 5,02-5,10 мг-екв/100 г ґрунту; вміст легкогідролізованого азоту – 8,6-9,0, рухомих форм фосфору та калію відповідно – 10,5-11,1 та 8,4-8,8 мг/100 г ґрунту, вміст загального гумусу -1,91-1,94 %.

Вміст клейковини та білка в зерні визначали згідно з технічними умовами стандарту ДСТУ 3768-2009. Елементи структури врожаю визначали загальноприйнятими методами (Yeshchenko V. O. et al., 2014).

Результати та обговорення

Використання біологізованих систем удобрення впливало на перебіг фізіолого-біохімічних процесів, що відображалось у формуванні елементів структури врожаю, зокрема кількості продуктивного стеблестоя.

У середньому за роки досліджень найменша кількість продуктивних стебел була сформована рослинами контрольних варіантів: 214-225 шт/м² (табл. 1 і 2). Використання соломи бобових + N₉₀P₆₀K₆₀ сприяло підвищенню цього показника на 21-22 % щодо контролю. Обробка рослин біостимулятором на вказаному фоні підвищувала кількість продуктивних стебел на 26-27 % в порівнянні до контролю. Поєднання гумусного добрива за внесення соломи бобових + N₉₀P₆₀K₆₀ + БС мало позитивний вплив на розвиток рослин, що проявилось в збільшенні цього показника в 1,4-1,5 разів стосовно контролю.

Під час дослідження встановлено, що контрольний варіант мав найменші значення маси 1000 зерен (табл.1, 2). Застосування обраних біоефекторів (ГД, БС) чи хелатного добрива (ХД) позитивно вплинуло на масу 1000 зернин в порівнянні до контролю. Так використання систем удобрення з вмістом ГД або ХД сприяло збільшенню маси 1000 зерен на 25-27% порівняно з контролем.

Отримані дані демонструють, що застосування біологізованих систем удобрення позитивно впливає на формування елементів структури врожаю і відповідно на врожайність пшениці озимої з 1 м². У середньому за роки досліджень найнижчу врожайність з 1 м² було відзначено в контрольному варіанті – 259-268 г/м² (табл.1, 2).

Таблиця 1. Урожай та елементи структури пшениці озимої за біологізованих систем удобрення (після гороху)

№ вар.	Системи удобрення	Маса 1000 зерен, г	Кількість продуктивних стебел, шт/м ²	Урожай, г/м ²
1	Контроль (без добрив)	27,7	223	268
2	Солома гороху (г.)	29,9	245	284
3	Солома (г.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	35,2	288	466
4	Солома (г.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС	36,7	292	484
5	Солома (г.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД	37,2	340	506
6	Солома (г.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД	38,2	324	509

Таблиця 2. Урожай та елементи структури пшениці озимої за біологізованих систем удобрення (після кормових бобів)

№ вар.	Системи удобрення	Маса 1000 зерен, г	Кількість продуктивних стебел, шт/м ²	Урожай, г/м ²
1	Контроль (без добрив)	26,7	214	259
2	Солома кормових бобів (к.б.)	27,7	246	271
3	Солома (к.б.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	34,3	279	459
4	Солома (к.б.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС	35,5	291	472
5	Солома (к.б.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС + ГД	36,2	313	492
6	Солома (к.б.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД	36,6	315	194

Застосування мінерального добрива (N₉₀P₆₀K₆₀) на фоні соломи бобових сприяло зростанню врожайності з 1 м² на 43-44 % стосовно контрольного варіанта. З додаванням БС та ГД вплив систем удобрення (солома бобових + N₉₀P₆₀K₆₀) на продуктивність пшениці озимої (г/м²) посилюється і в результаті відзначено збільшення врожаю на 6,7-8,2 %, щодо варіанту 3 (табл.1, 2).

Слід зазначити, що розміщення пшениці озимої в різних ланках сівозмін (після соломи гороху або кормових бобів) виявило тенденцію підвищення основних елементів структури врожаю після гороху. Це може бути пов'язано з більшим вмістом різних форм азоту в ґрунті, що сприяє активізації фотосинтетичних процесів в листках

пшениці озимої і відповідно підвищенню її продуктивності

Позитивний вплив біологізованих систем удобрення відзначено щодо якісних показників зерна пшениці озимої. На фоні без внесення соломи чи добрив (контроль) під пшеницю озиму якість зерна виявилась такою: вміст клейковини – 18,2-18,6 %, білка 8,3-8,9 % (табл. 3). За умов внесення соломи бобових + N₉₀P₆₀K₆₀ якісні показники зерна пшениці озимої підвищились (клейковини на 13-15 %, білка на 12-13 %) (табл. 3). Стабільний рівень вмісту клейковини та білка отримано у варіантах 5 і 6 – за умов доповнення систем удобрення гумусним або хелатним добривом.

Таблиця 3. Вміст клейковини, білка та нітратів в зерні пшениці озимої за біологізованих систем удобрення

№ вар.	Системи удобрення	Клейковина, %	Білок, %	Нітрати N-NO ₃ , мг/кг
1	Контроль (без добрив)	18,2	8,6	48,2
2	Солома гороху (г.)	18,6	8,9	49,0
3	Солома (г.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	21,2	9,8	54,4
4	Солома (г.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС	22,8	10,3	54,6
5	Солома (г.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС+ГД	23,6	11,4	56,2
6	Солома (г.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД	23,6	11,7	54,8
1	Контроль (без добрив)	18,4	8,3	47,4
2	Солома кормових бобів (к.б.)	18,6	8,4	48,1
3	Солома (к.б.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	21,0	9,6	51,7
4	Солома (к.б.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС	22,1	10,0	52,0
5	Солома (к.б.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + БС+ГД	23,0	11,0	54,3
6	Солома (к.б.) + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + ХД	23,5	11,4	51,9

Вміст нітратів в зерні пшениці озимої за умов використання соломи бобових + + N₉₀P₆₀K₆₀ зріс в порівнянні з контрольним варіантом на 4,3-6,2 мг/кг. Додавання на вказаному фоні біостимулятора і гумусного добрива простимулювало зростання вмісту нітратів в зерні.

Висновки

За результатами досліджень встановлено, що для отримання стабільної продуктивності пшениці озимої та якісного врожаю слід використовувати біологізовані системи удобрення у складі: (солома бобових – гороху або кормових бобів) + N₉₀P₆₀K₆₀ + біофактори (гумусне добриво,

Отримані дані знаходяться в гранично допустимих концентраціях, однак це потребує подальшого вивчення і уточнення щодо впливу біологізованих систем удобрення на величину вмісту нітратів в зерні.

біостимулятор) або хелатне добриво. Перспективним є використання біологізованих систем удобрення для покращення якісних показників зерна, вмісту клейковини та білка, які досягнули відповідно рівня 23,0-23,6 % та 11,0-11,7 %.

Список використаної літератури

Bakun O. I., Bakun Yu. O. The effectiveness of using straw as a fertilizer in the conditions of sod-podzolic soils of Polissia. *Agriculture: Interdepartmental Thematic Scientific Collection*. 2003. Iss. 75. P. 37–42.

Bohdan M. M., Karpenko V. P., Huliaieva H. B. Impact of complex chelate fertilizers on the functional activity of root tissues and grain productivity of soft winter wheat plants. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*. 2015. No. 1. P. 37–42. URI: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/2758>.

Fundamentals of scientific research in agronomy / V. O. Yeshchenko, P. H. Kopytko, V. P. Opryshko, P. V. Kostohryz; Ed. V. O. Yeshchenko. Kyiv, 2014. 288 p.

Ivashchenko O. Biologization of agrarian production. *Bulletin of Agricultural Science*. 2016. Vol. 94, No. 12. P. 58–62. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201612-13>.

Klipakova Yu. O., Priss O. P., Bilousova Z. V., Yeremenko O. A. The yield of winter wheat depends on the prospective treatment of seeds. *Bulletin of Agricultural Science*. 2019. Vol. 97, No. 4. P. 16–23. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-03>.

Kramarev S. M. Prospects for the integrated use of humic preparations, microelements in chelated form and the Mars EL preparation for pre-sowing inlay of

seeds of winter and spring grain crops. *Proceedings of the International Scientific Conference "Humic acids and phytohormones in plant growing"* (Kyiv, June 12-16 2008). Kyiv, 2008. P. 31–32.

Microbial preparations in agriculture. Theory and practice / V. V. Volkohon [et al.] ; Ed. V. V. Volkohon. Kyiv, 2006. 312 p.

Modern farming systems and crop growing technologies / V. F. Kaminskyi, V. F. Saiko, I. P. Shevchenko et al. Ed. V. F. Kaminskyi. Kyiv, 2012. 196 p.

Morhun V. V., Kirizii D. A. Prospects and modern strategies for improving physiological traits of wheat to increase its productivity. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants*. 2012. Vol. 44, No. 6. P. 463–483.

Naidonova O. Ye. Application of humic preparation Humin plus in organic farming. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev. Series: Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry, Soil Ecology*. 2015. No. 2. P. 39–50. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/17481>

Smetanko O. V., Burykina S. I., Kryvenko A. I. The influence of elements of biologization of winter wheat cultivation on various backgrounds of mineral



nutrition in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Agricultural Science*. 2018. Vol. 96, No. 8. P. 33–37. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-05>.

Sokolovska-Serhiienko O. H., Priadkina H. O., Kapitanska O. S. Activity of the photosynthetic machinery and productivity of winter wheat when treated with chelated microfertilizer and growth stimulator. *Plant Physiology and Genetics*. 2015. Vol. 47, No. 4. P. 321–329. URI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2015_47_4_8.

Starchevskiy Yu. I., Starchevskiy I. P. On the issue of practical implementation in the Odessa regional world strategy for greening agriculture based on integrated biologization of agriculture. *Bulletin of*

Agrarian Science of the Southern Region: Interdepartmental Thematic Scientific Collection; Agriculture and Life Sciences. 2008. Issue 9. Part I. P. 23–33.

Tsyliuryk O. I. The influence of basic cultivation and fertilizer systems on the yield of fallow winter wheat in the northern Steppe of Ukraine. *Cereal Crops*. 2019. Vol. 3, No. 1. P. 110–119. URI: http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/207_5.

Zaryshniak A. S., Lisovyi M. V. Modern systems for fertilizing agricultural crops in crop rotations with different rotations in the main soil and climatic zones of Ukraine: recommendations. Kyiv, 2008. 120 p.

THE INFLUENCE OF THE BIOLOGIZED FERTILIZER SYSTEMS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY PARAMETERS OF THE WINTER WHEAT GRAIN

Anhelina DUBYTSKA, Oksana KACHMAR, Oleksandr DUBYTSKYI, Mariia SHCHERBA
Institute of Agriculture of the Carpathian Region, NAAS

The article presents the results of research on the study of the patterns of influence of biologized fertilizer systems on the productivity and quality parameters of winter wheat grain. Aim of the work: to find out the characteristic features of the influence of biologized fertilizer systems on the formation of winter wheat yield and its quality parameters. To achieve the set goals, the following methods were used: physiological and biochemical – determination of gluten and protein content in grain. Account of the elements of the crop yield structure and biological productivity was conducted according to generally accepted approaches. It has been established, that biologized fertilizer systems have a significant impact on the formation of crop yield structure elements and grain quality of winter wheat. The most effective in this direction were noted the fertilizer systems with the following composition: legume straw + $N_{90}P_{60}K_{60}$ with the addition of a biostimulant (BS) and humus fertilizer (HF) or the treatment with a chelate fertilizer (CF) on the specified background. In the case of the above mentioned conditions, there were a simultaneous increase in the biological yield to levels of 506–509 g/m², increase in the content of the gluten and protein in winter wheat grain to 51.9–56.2 % and 11.0–11.7 %, respectively. The results obtained showed, that the use of bioeffectors (BS and HF or CF) in fertilizer systems contributes to the improvement of the bioproductivity traits (yield and grain quality) of winter wheat.

Keywords: biologized fertilizer systems, winter wheat, elements of the crop yield structure, gluten and protein content.

Отримано: 05.06.2024

Погоджено до друку: 24.11.2024

Новини Інституту



З метою вирішення актуальних осінніх питань 2024 року, співробітники Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН – заступник директора з науково-інноваційної діяльності та соціальних питань Савка Микола Володимирович і завідувач відділу агрохімії та ґрунтознавства Оліфір Юрій Миколайович прийняли участь у роботі конференції та практичного дослідження «ВПЛИВ МЕЛІОРАНТІВ ТА ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ» проведеного на базі фермерського господарства «АГРО-ЦЕНТР» у селі Луки, Самбірського району Львівської області.

Під час заходу експерти та учасники обговорили сучасні агрохімічні технології, їхній вплив на врожайність та стійкість сільськогосподарських культур до зміни клімату. Були представлені результати досліджень з використання нових меліорантів та орґано-мінеральних добрив для підвищення родючості ґрунтів і продуктивності сільськогосподарських культур.

ЧИННИКИ Й ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ НА ДЕРНОВОМУ ГЛЕЙОВОМУ ҐРУНТІ МАЛОГО ПОЛІССЯ

Богдан КОЦЮБА, здобувач ступеня доктора філософії
Львівський національний університет природокористування
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., 80381, Україна
e-mail: bogdankotsuba@gmail.com

Висвітлено вплив форм азотних добрив та норм внесення, ефективність інгібітора N-Lock™ та інокуляції насіння на формування продуктивності сої у Малому Поліссі. Наведена характеристика властивостей дернового глейового піщанисто-легкосуглинкового ґрунту дослідного поля. Описано гідротермічні умови 2022-2024 років. Травень, червень і липень 2023 року були найвологішими, достатньо теплими, тому цей рік забезпечив максимальну продуктивність сої у досліді – 4,12 т/га. У 2022 році від січня до вересня включно випало 538 мм опадів, у 2023 році – 604 мм і 2024 року – 525 мм. Залежно від зміни гідротермічних умов змішувалися фази розвитку сої, формувалися параметри рослин і структура врожаю. Внесення азоту перед сівбою в нормі N_{30} підвищувало запаси доступного азоту на 7,1-12,1 мг/кг ґрунту у фазі сходів, порівняно з неудобреним фоном (121,0 мг/кг). Застосування нітрапірину після внесення сульфату амонію істотно, а амонійної селітри менш істотно, знижувало утворення в орному шарі нітрат-йонів. Виявлено тісні зв'язки ($r_{\pm}$) норм внесення азоту з вмістом ґрунтових форм азоту, а також $pH_{\text{сол}}$ ґрунту та врожаєм зерна сої. Взаємозв'язок норм внесення та змін показників запасів азоту в ґрунті показаний на площинній 3D-моделі, яка описується регресійним поліноміальним рівнянням: $N_{\text{нітр.}}, \text{мг/кг} = 23,8079 + 0,0065 \times N_{\text{норма}} + 0,2244 \times N_{\text{гідр}}$. Система удобрення сої з використанням нітрапірину та бактерійних інокулянтів, забезпечила істотне обмеження накопичення нітратів в орному та підорних горизонтах ґрунту (на 21,1% порівняно з контролем $N_{30}P_{60}K_{60}$ (сульфат амонію)). Система азотного удобрення N_{30} (сульфат амонію) на фоні $P_{60}K_{60}$ з використанням азотфіксуючого інокулянта забезпечила найвищу врожайність за три роки та максимальний урожай зерна 2023 року, що на 0,40 т/га більше, ніж в середньому за 2022-2024 роки. За використання стабілізатора азоту N-Lock™ (1,7 л/га перед сівбою) на фоні $N_{30+30}P_{60}K_{60}$ соя забезпечила врожай 3,90 т/га, що на 0,36 т/га вище від варіанту N_{30} (сульфат амонію) на фоні $P_{60}K_{60}$, який вважається традиційним у виробництві.

Ключові слова: соя, азотне удобрення, нітрапірин, інокулянт, нітратний азот, кореляція, регресія.

Вступ

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) окультурена для вирощування у Східній Азії, але широко культивується і в помірних кліматичних зонах (Ohyama et al., 2017). Зерно сої є одним із найважливіших джерелом білка для людей і тварин в усьому світі (Światowa produkcja..., 2024). Крім того, соя є домінуючою олійною культурою, що забезпечує 58% світового виробництва зерна олійних культур (Board J. E., 2013).

Розвиток сої поділяють на вегетативний та репродуктивний періоди (Growth stages..., 2018). У сої вегетативний ріст листків, стебел і галушення збігаються з репродуктивним ростом до стадії формування зерна (Yoshiki M. et al., 2013).

Періоди вегетативного росту та репродуктивного розвитку різняться залежно від сорту й умов культивування, але вегетативний період росту становить приблизно два місяці. В найкращому для вирощування сої кліматі період репродуктивного розвитку становить майже три місяці (Cooper R. L., 2003).

Еріе К. Е. et al. (2023) повідомляють, що покращити врожайність і вміст корисних речовин у зерні сої можна завдяки кращому розумінню як фізіологія рослини реагує на внесення азотних добрив і зумовлює формування складу зерна в

різних умовах виробництва. У США більшість досліджень впливу азотних добрив були зосереджені на вирощуванні сої на Середньому Заході (Tamagno S. et al., 2018; de Borja Reis et al., 2021), де найродючіші темно-бурі ґрунти, а умови подібні до Лісостепу Західного в Україні. Тепліші кліматичні умови та червоно-жовті підзолисті, менш родючі, але і менше кислі, ґрунти на Південному Сході США сприяли вищому вмісту протеїну в зерні та більшому врожаю сої, ніж на Середньому Заході (Rotundo J. L. et al., 2016).

Liashenko V. V. et al. (2019) довели, що застосування азоту (N_{60-90}) на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) може зменшити вологоспоживання рослин сої на 34–39 % порівняно з неудобреним фоном. Покращення умов живлення зумовлене збільшенням вмісту нітратної й амонійної форм доступного азоту в орному й підорному пластах ґрунту: відповідно 0-20 см – 1,1 % і 20-40 см – 4,7 % за внесення азоту (N_{30-90} на фоні $P_{60}K_{60}$).

Авторами простежено позитивну дію мінеральних добрив на біометричні показники росту і розвитку рослин сої. У підсумку констатовано, що найвищий врожай зерна сої 2,53 т/га можна отримати за внесення азоту в дозі N_{90} .



Найвищий вміст сирого протеїну в зерні сої (38,2 %) отримано на цьому ж варіанті удобрення. Натомість найбільший вміст сирого жиру спостерігали на фоні без добрив – 22,0 %.

Milenko O. G. (2015) виявила, що тривалість періоду вегетації сої загалом та окремих фаз визначали погодні умови року і спостерігала значне зменшення міжфазних періодів вегетації рослин у посушливі роки.

Furman O. V. (2019) встановив, що максимально тривалий вегетаційний період сої спричинило оброблення насіння фосфонітрагіном, основне внесення азотних добрив N_{30} на фоні $P_{60}K_{60}$ та додаткове N_{15} підживлення рослин у фазі бутонізації. Автор виявив тісні кореляції між тривалістю вегетаційного періоду районованих сортів сої та погодними умовами вегетації.

Fedoruk I. V. et al., (2020; 2022) встановили, що чисельність бульбочок на коренях сої залежала від обробки насіння інокулянтами та застосування мікродобрив. Інокулянти зумовлюють вагоме збільшення числа бульбочок на кореневій системі сої порівняно з необробленим насінням.

Автори, зокрема, використовували препарат Хай Кот Супер в нормі 1,42 л/т і зробили висновок, що впровадження препаратів для інокуляції й мікродобрив забезпечують використання біопотенціалу сортів сої, які районовані в Лісостепу Західному.

Незважаючи на те, що гідротермічні умови та генотип мали значний вплив на більшість фізіологічних ознак та вимірних компонентів врожайності, внесення азоту істотно взаємодіяло з погодними умовами (Lykhochvor V. V. et al., 2016; Liashenko V. V. et al., 2019). Зокрема це позначалося на концентрації протеїнів та олії в зерні, урожайності. Внесений азот впливав на частку азоту, отриманого з атмосфери в листку упродовж періоду наповнення зерна.

В науковій літературі немає даних щодо впливу підвищених і високих норм азотного удобрення сої на дернових глейових ґрунтах Малого Полісся у Західному Лісостепу на запаси форм азоту – основного елемента живлення, який має два джерела надходження для бобових рослин.

Не досліджено вплив інгібіторів та інокулянтів на продуктивність сої. Проте, уже опубліковані нові дані про ефективність нітрапірину у системі удобрення ячменю озимого на темно-сірому ґрунті Пасмового Побужжя (Shestak V. et al., 2023). Є дослідження високої ефективності інокулянтів у підвищенні продуктивності сої та родючості цього ж типу ґрунту у Лісостепу Західному (Lykhochvor V. V. et al., 2017).

Метою досліджень було встановити вплив дії форм азотних добрив за різних норм внесення, використання інгібітора нітрифікації N-Lock™ та інокуляції насіння на формування продуктивності сої в умовах Малого Полісся.

Матеріали і методи

Досліди проведені упродовж 2022-2024 років у філії кафедри агрохімії та ґрунтознавства Львівського національного університету природокористування (ЛНУП) – на полі фермерського господарства "БІК АГРО" (село Шайноги). В роботі застосували традиційні методи в агрономії (Yeshchenko V. V. et al., 2014). Дослідне поле знаходилося у районі Малого Полісся природо-кліматичної зони Лісостепу Західного (координати: 50°12'07.8" N, 24°32'52.9" E. Для аналізу кліматичних показників користувались даними метеостанції Львів на сайті Метеопост (meteopost.com/weather/climate/year).

У полі описано профіль дернового глибокого глейового піщанисто-легкосуглинкового ґрунту на водно-льодовикових відкладах (Soils of Lviv region, 2019). Рельєф дослідної ділянки – рівнинний. Вміст легкогідролізного азоту аналізували за методом Корнфільда (ДСТУ 7863:2015), рухомі сполуки фосфору й обмінного калію – за ДСТУ 4115-2002.

Вміст нітратного азоту (Nn) визначали потенціометрично за допомогою йонселективного нітратного електрода у сольовій витяжці 1% розчину алюмокалієвого галуну при співвідношенні ґрунту до розчину 1:2,5. За показниками йономіра і калібрувального графіка визначали вміст нітратного азоту. Стандартні розчини для калібрування приладу і калібрувальний графік готували з використанням $1 \cdot 10^{-1} M$ KNO_3 шляхом поступового десятиразового розбавлення його дистильованою водою до концентрації $1 \cdot 10^{-2} M$, $1 \cdot 10^{-3} M$, $1 \cdot 10^{-4} M$. Вміст нітратів у ґрунті, в мг/кг, знаходили за величиною pNO_3 у пластах 0–20, 20–40 і 40–60 см. Лабораторні роботи виконали в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. Проби ґрунту відбирали і готували до аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464 2001.

Для експериментів з нормами і формами азотних добрив і внесенням нітрапірину та інокулянтами розробили схему дослідження, наведену в таблиці 1.

Технологія вирощування сої традиційна: оранка на 20–22 см, внесення фосфорних і калійних добрив здійснили під оранку. Під передпосівну культивування в нормі згідно схеми досліду вносили сульфат амонію та амонійну селітру, а також підживлювали сою в дозі N_{30} різними формами туків у фазі бутонізації. Інгібітор нітрифікації N-Lock™ – нітрапірин, вносили за схемою досліду у нормі 1,7 л/га. Для інокуляції насіння використали препарати Хай Кот Супер Соя (виробник БАСФ), який містить азотмобілізуючі бактерії *Bradyrhizobium japonicum* та Райс Пі (виробник Агрітема), який містить фосформобілізуючі бактерії *Bacillus amyloliquefaciens*.

Статистичний аналіз і моделювання динамік клімату виконали за допомогою пакету *Microsoft Excel*, *Statistica-12*, для даних урожаю застосували метод ANOVA за допомогою програми *Dispersion*.

Таблиця 1. Схема польового експерименту

№	Варіант системи удобрення	N, кг/га
1.	Контроль – без удобрення	0
2.	Фон – P60K60 (*п.ор.)	0
3.	Фон + N30 – *Nsa (*п.с.)	30
4.	Фон + N30 – Nsa+нітрапірин (п.с.)	30
5.	Фон + N30 – Nsa (п.с.)+N30 – Nsa (ф.б.ф.б.)	60
6.	Фон + N30 – Nsa+нітрапірин (п.с.)+N30 – Nsa (ф.б.)	60
7.	Фон + N30 – *Naa	30
8.	Фон + N30 – Naa+нітрапірин (п.с.)	30
9.	Фон + N30 – Naa+нітрапірин (п.с.)+N30 – Naa (ф.б.)	60
10.	Фон + N30 – Nsa (п.с.)+N-мобілізуєчі бактерії	30
11.	Фон + N30 – Nsa (п.с.)+P-мобілізуєчі бактерії	30
12.	Фон + N30 – Nsa (п.с.)+N-мобілізуєчі+P-мобілізуєчі бактерії	30

Примітка. *: п.ор. – під оранку; Nsa – сульфат амонію; п.с. – після сівби; ф.б. – фаза бутонізації; Naa – амонійна селітра.

Результати та обговорення

Дерновий глейовий ґрунт дослідного поля утворений на рівнинному елементі рельєфу, сформувався на алювіальних, флювіогляціальних суглинкових відкладах під лучною, лучно-болотною рослинністю в умовах надлишкового постійного підґрунтового і періодично поверхневого зволоження (Soils of Lviv region, 2019). На властивості і будову дернового ґрунту, впливав намулок паводкових вод. У глейовому ґрунті оглеєним є весь профіль, під перехідним горизонтом залягає сизий і в'язкий глей.

За гранулометричним складом ґрунт належить до легкосуглинкових, вміст мулу і

фізичної глини поступово зменшується з глибиною і знову підвищується у ґрунотвірній породі. За кислотністю він належить до слабокислих ($pH_{\text{сол.}}$ 5,6–5,8), а за гідролітичною кислотністю – близький до нейтральних (1,0–2,8 мг-екв на 100 г ґрунту), вміст гумусу – середній (4%). Запаси легкогідролізних сполук мінерального азоту – 121–131, рухомих сполук фосфору – 124–135 та обмінних сполук калію – 104–109 мг/кг ґрунту.

Описаний на дослідному полі дерновий глибокий глейовий піщанисто-легкосуглинковий ґрунт (Soils of Lviv region, 2019) на водно-льодовикових відкладах має таку морфологічну будову:



- Hgl** – 0-40 Орний пласт до 25 см окультурений, гумусовий оглеєний горизонт, темно-сірий з іржавим відтінком, залізисто-марганцеві конкреції, вологий, піщанисто-легкосуглинковий, ущільнений, пронизаний корінцями рослин, червоточини, копроліти, перехід ясний за забарвленням.
- HPgl** – 41-53 Перехідний горизонт брудно-сірого з сизуватим відтінком, піщанисто-легкосуглинковий, в'язкий, щільний, оглеєння у формі вохристих і сизих плям, корінці рослин, червоточини, копроліти, перехід поступовий за забарвленням, перехід поступовий, затічний.
- P(h)Gl** – 54-91 Слабогумусована ґрунотвірна порода, сиза з сірими плямами, неоднорідна, сира, супіщана, безструктурна, щільна, сильнооглеєна, рясні вохристі плями, перехід поступовий за забарвленням, затічний.
- PGl** – 92-123 Сильнооглеєна ґрунотвірна порода – водно-льодовикові відклади сизувато-жовтого забарвлення, неоднорідна, мокра, супіщана, безструктурна, щільна, сильнооглеєна.

Рисунок 1. Морфологічна будова дернового глейового піщанисто-легкосуглинкового ґрунту на водно-льодовикових відкладах



Морфо- та фізико-хімічна діагностика дослідного ґрунту дозволила зробити висновок, що описаний ґрунт за своїми основними показниками цілком придатний для вирощування сої.

Гідротермічні умови 2022-2024 років формувалися під впливом інерції динаміки глобального клімату, регіональних змін ландшафтного мезоклімату (Poliovyi V. et al, 2021; Adamenko T. I., 2014), тому були дуже різними для отримання високих врожаїв зерна сої. Залежно від зміни гідротермічних умов зміщувалися фази розвитку сої, формувалися параметри рослин і структура врожаю.

Вегетаційна динаміка температур першого року досліджень (2022) була традиційною, але

серпень відрізнявся найвищою максимальною температурою – 20°C (рис. 2), що позитивно відобразилося на формуванні врожаю сої, не зважаючи на травневий і червневий дефіцит опадів (рис. 2).

Наступний 2023 рік був теплішим і в серпні максимальна температура вже сягнула 21°C. Хоча травень 2023 та третього 2024 року були посушливими. У червні випав надлишок опадів в обидва роки, що дуже посприяло формуванню врожаю сої. Липень в усі роки досліджень був вологим, проте лише 2023 рік відрізнявся істотним перевищенням середньобаторічного показника на 19 мм (рис. 3).

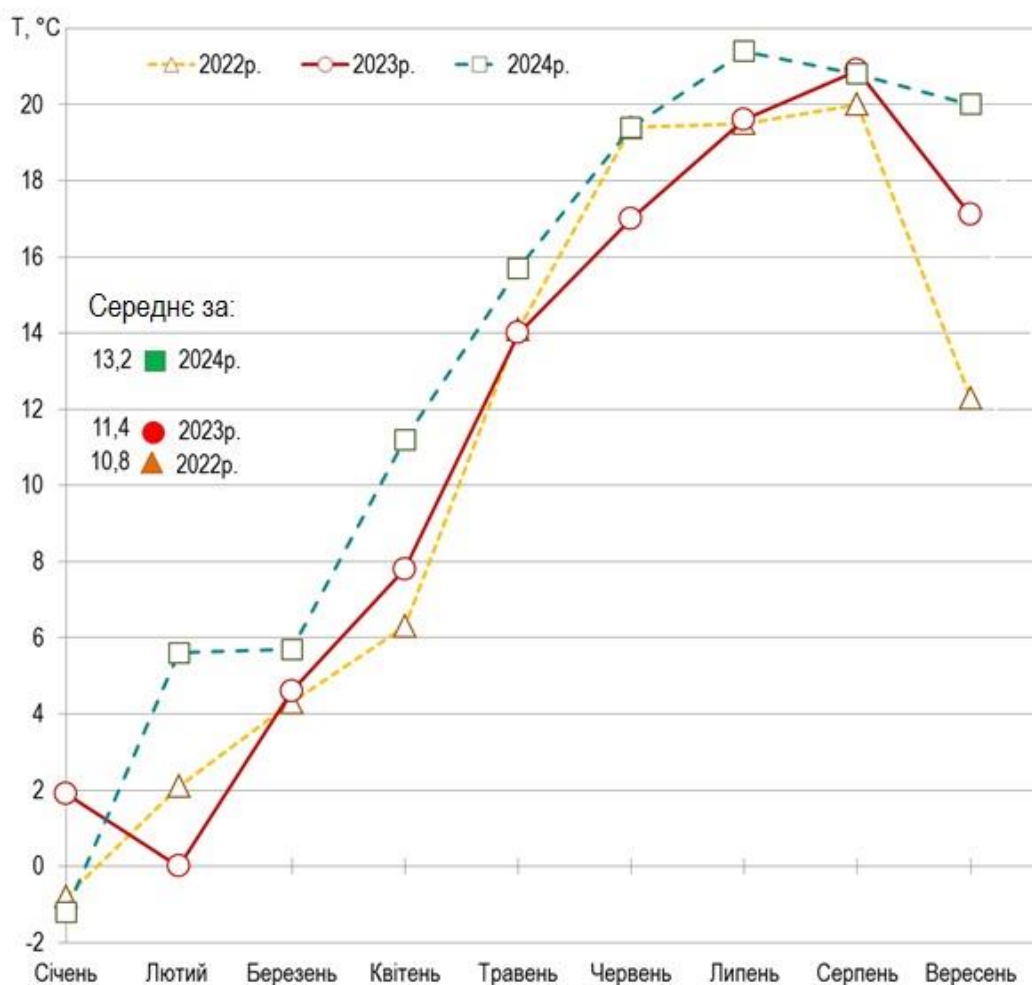


Рисунок 2. Середньомісячні та середньорічні температури повітря упродовж 2022-2024 рр.

Загалом травень, червень і липень 2023 року були найвологішими, достатньо теплими, тому цей рік забезпечив максимальну в досліді продуктивність сої. У 2022 році від січня до вересня включно випало 538 мм опадів, 2023 – 604 мм і 2024 року 525 мм. Найбільш урожайного 2023 року взаємодія природних чинників і технологічних прийомів дозволила зібрати 4,12 т/га зерна сої.

Внесення азоту в ґрунт перед сівбою в нормі N_{30} , а також підживлення N_{30} у фазі бутонізації підвищувало запаси доступного азоту на 7,1-12,1 мг/кг ґрунту у фазі сходів, порівняно з неудобреним фоном (121,0 мг/кг), що стало хорошим фоном для старту активної вегетації сої.

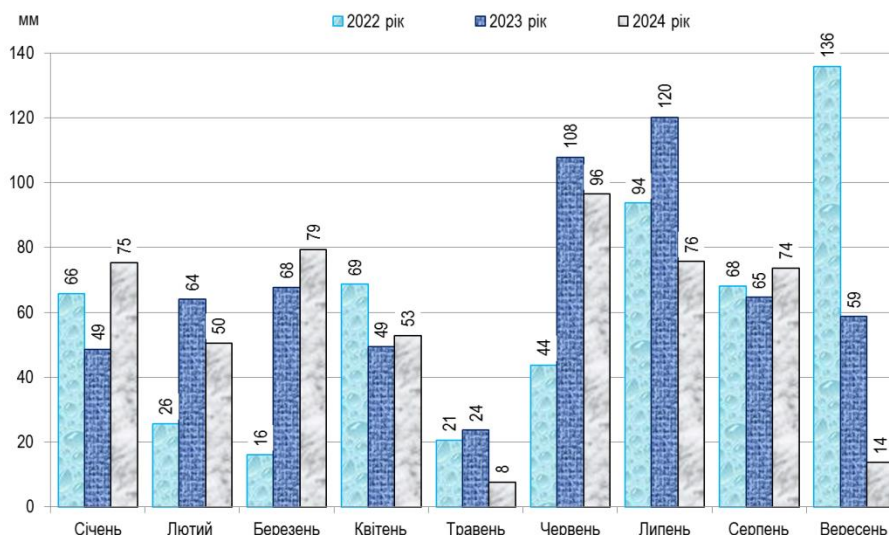


Рисунок 3. Динаміка середньомісячних опадів упродовж 2022-2024 рр.

Застосування нітрапірину після внесення сульфату амонію істотно, а амонійної селітри менш істотно, знижувало утворення нітрат-йонів в орному шарі.

Рівень їх вмісту опускається від 6,7 мг/кг ґрунту до рівня, наближеного до мінімального азотного удобрення N_{30} – 5,6 мг/кг ґрунту. До збирання вміст нітратів у ґрунті вагомо зменшується за внесення нітрапірину – нижче 3,5 мг/кг ґрунту. Це підтверджує високу ефективність інгібітора нітрифікації щодо обмеження накопичення небажаних для сої, на думку дослідників (Опо У. et al., 2021), нітратів у період активного бульбочкоутворення.

Фосфорно-калійне удобрення є обов'язковим для отримання найвищого врожаю сої. Ґрунт без внесення фосфорних і калійних добрив у фазі сходів містив 124,2 в орному та 120,1 мг/кг рухомих фосфатів та 104,4 і 101,4 мг/кг обмінного калію в підорному шарі.

Внесення фосфорно-калійних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$ додавало в орному шарі відповідно 11,0-15,0 та 11,1-11,5 мг/кг поживних речовин.

Фосформобілізуючі бактерії спричинили максимальне підвищення запасу доступних фосфатів (139,1 мг/кг), активізувавши мікробіологічні процеси в орному шарі ґрунту.

Найвищі запаси фосфатів зберігалися і до збирання врожаю (132,2 мг/кг), порівняно з варіантами без інокуляції фосформобілізуючими бактеріями *Bacillus amyloliquefaciens*. Отже стає зрозумілим, що інокулянт Райс Пі (виробник Агрітема) на фоні P_{60} сприяв пролонгованому підвищенню родючості ґрунту за ресурсом рухомого фосфору.

Розрахунки кореляційних коефіцієнтів ($r \pm$) підтвердили зв'язок норм внесення азоту з багатьма

змінними агрохімічних властивостей ґрунту. Так, видно, що вміст легкогідролізного та нітратного азоту в орному пласті ґрунту практично прямо пропорційно залежав від обсягу внесення добрив ($r = 0,93-0,99$).

Тісний зв'язок вмісту легкогідролізного азоту зберігався до збирання врожаю (табл. 2). Орний і підорний пласти ґрунту достовірно тісно підкислювалися як у фазі сходів, так і до збирання під впливом збільшення норм внесення азоту. Агрохімічні та фізико-хімічні показники тісно корелювали між собою (табл. 3).

Збільшення концентрації нітрат-йонів у орному та підорних пластах ґрунту збільшувало кислотність усього профілю ($r = -0,84 - -0,98$). При збиранні врожаю утворення нітратів впливало на ґрунт у бік підкислення.

Концентрація легкогідролізного азоту менше підвищувала кислотність ґрунту та найсильніше в орному пласті.

Оскільки виявлені тісні перехресні зв'язки багатьох чинників азотного живлення та кислотності у профілях, виникла можливість застосувати графічне 3D-моделювання подвійного впливу різних форм доступного азоту, норм внесення, змін кислотності ґрунту та врожаю зерна в межах проведених досліджень.

З рисунка 4 (3D-модель синергії форм азоту) видно, що за меншого рівня вмісту легкогідролізної форми азоту не спостерігалось істотного підвищення концентрації нітратів у ґрунті.

За вищого вмісту легкогідролізного азоту, який зумовлений підвищенням норм внесення азотних добрив, спостерігалось стрімке зростання кількості нітратів у ґрунті. Регресійну залежність (рис. 4) добре описує формула (1):

$$N_{\text{нітр.}}, \text{ мг/кг} = 23,8079 + 0,0065 \times N_{\text{норма}} + 0,2244 \times N_{\text{гідр.}} \quad (1)$$

Таблиця 2. Показники кореляції ($r = \pm$) врожаю сої з нормами азотного удобрення, змінами вмісту форм азоту та зміщенням $pH_{\text{сол.}}$ в орному та підорному шарах ґрунту

Показник	Норма азоту	Урожай зерна
Урожай, т/га	0,74	X
Нітрати у фазі сходів, мг/кг	0,93	0,76
Нітрати при збиранні, мг/кг	0,66	0,27
$N_{\text{гидр.}}$ у фазі сходів, мг/кг	0,99	0,79
$N_{\text{гидр.}}$ при збиранні, мг/кг	0,91	0,83
Фаза сходів, pH, 0-20 см	-0,89	-0,79
Фаза сходів, pH, 20-40 см	-0,83	-0,68
Фаза сходів, pH, 40-60 см	-0,80	-0,44
Збирання, pH, 0-20 см	-0,70	-0,23
Збирання, pH, 20-40 см	-0,80	-0,38
Збирання, pH, 40-60 см	-0,93	-0,75

Таблиця 3. Кореляція агрохімічних та фізико-хімічних показників

Показник	Нітрати в орному шарі, мг/кг		$N_{\text{гидр.}}$ в орному шарі, мг/кг	
	у фазі сходів	при збиранні	у фазі сходів	при збиранні
Фаза сходів, pH, 0-20 см	-0,98	-0,71	-0,90	-0,93
Фаза сходів, pH, 20-40 см	-0,92	-0,61	-0,80	-0,78
Фаза сходів, pH, 40-60 см	-0,84	-0,64	-0,74	-0,66
Збирання, pH, 0-20 см	-0,79	-0,93	-0,67	-0,59
Збирання, pH, 20-40 см	-0,86	-0,93	-0,78	-0,70
Збирання, pH, 40-60 см	-0,97	-0,66	-0,93	-0,92

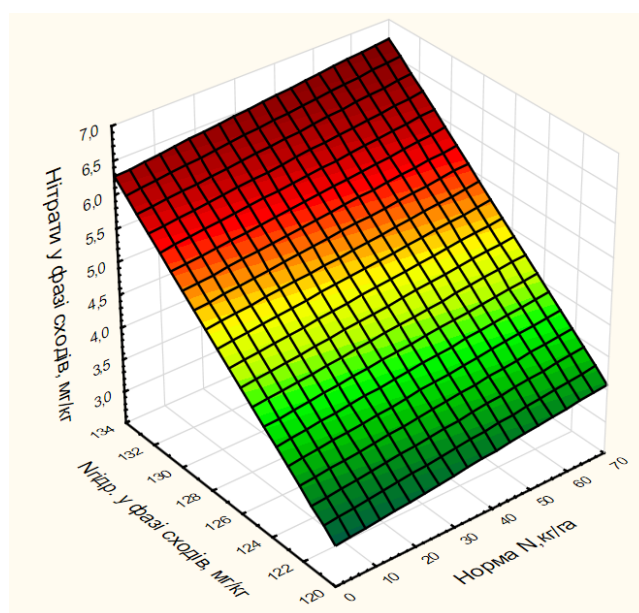


Рисунок 4. Просторова 3D-модель регресії показника вмісту нітратів у зв'язку зі змінами вмісту легкогідролізних форм азоту в орному (0-20 см) пласті дернового глейового ґрунту та нормою азотного удобрення

На рисунку 4 (3D-модель синергії форм азоту) показано, що за меншого вмісту легкогідролізного азоту підвищення концентрації нітратів у ґрунті спричинює сильніше його підкислення. За вищого вмісту легкогідролізного азоту $pH_{\text{сол.}}$ змінюється до нейтрального.

Головним результатом взаємодії гідротермічних чинників та внесених добрив є врожай зерна сої (Lykhochvor V. V. et al., 2016; Poliovyi V. et al., 2021). У проведених експериментах

без мінеральних добрив на дерновому глибокому глейовому піщанисто-легкосуглинковому ґрунті в середньому за 2022-2024 роки було отримано 2,81 т/га зерна.

Синергія норм внесення азоту та концентрації нітратів у орному пласті ґрунту дуже позитивно позначилася на врожаї сої (рис. 5).

За досліджуваних систем удобрення сої, де нітрати були стабілізовані нітрапірином навіть на високих фонах азотного удобрення площа

регресії на рисунку 5 демонструє ефективність пропонуваніх прийомів і нейтралізацію негативних впливів нітратів як на бульбочкоутворення, так і на азотне живлення культури. Рівняння регресії (2)

переконливо підтверджує таке припущення:

$$\text{Урожай, т/га} = 2,5836 + 0,004 \times N_{\text{норма}} + 0,1833 \times N_{\text{нітр.}} \quad (2)$$

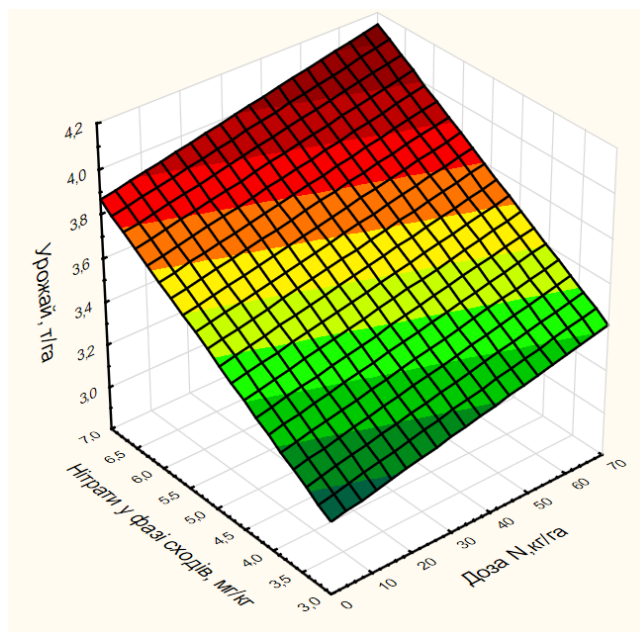


Рисунок 5. Просторова 3D-модель регресії показника $pH_{\text{сол.}}$ у зв'язку зі змінами вмісту доступних форм азоту в орному (0-20 см) пласті дернового глейового ґрунту

Досліджувані системи удобрення сої істотно змінюють поживний режим ґрунту від початку вегетації. В інших умовах вирощування сої доведено (Lykhochvor V. V. et al., 2017; Epie K. E. et al., 2017; Bobrecka-Jamro D. et al., 2018), що під впливом систематичного використання добрив вагомо поліпшувався поживний режим ґрунтів.

Дієвість стабілізаторів азоту – інгібіторів нітрифікації, у регулюванні азотного живлення культур досліджували за рубежом. Їхній позитивний вплив на ефективність азотних добрив встановили на озимій пшениці у Баварії, Німеччина (Hege U. et al., 2011), на ячмені яром у Ірландії (Roche L. et al., 2016) і на ячмені озимому у Лісостепу Західному України (Shestak V. et al., 2023).

Власними дослідженнями доведено, що хімічні властивості ґрунту визначають умови поглинання рослинами поживних речовин. Це є надзвичайно важливим для сприяння початкового розвитку сої, адже вона негативно реагує сповільненням бульбочкоутворення на додавання синтетичних нітратів.

Погодні умови і технологічні прийоми виразно впливають як на тривалість вегетації, так і на плин окремих фаз росту і розвитку сої (Milenko O. G., 2015; Lykhochvor V. V. et al., 2016; Liashenko V. V. et al., 2019; Furman O. V., 2019).

В умовах Малеого Полісся на дерновому глейовому ґрунті норми азотного удобрення та фосфорно-калійний фон впливав на дату настання кожної фази і тривалість міжфазних періодів росту.

Для розуміння біологічної природи врожаю, який формується на різних фонах мінерального, зокрема азотного живлення, та дії інгібітора нітрифікації в ґрунті важливо вести фіксацію фаз.

Як видно з таблиці 4 тривалість періодів «сівба – повні сходи» та «повні сходи – бутонізація» упродовж трьох років досліджень за варіантами досліду відрізнялися мало. Проте є виразна тенденція до прискорення початку вегетації за використання інокулянтів насіння на фоні $P_{60}K_{60} + N_{30}$ (сульфат амонію) + Хай Кот Супер Соя, або/і Райс Пі. Фаза «бутонізація – квітування» була найтривалішою за сумісного використання двох інокулянтів на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$. Подібна тенденція встановлена на фоні $P_{60}K_{60}$ із внесенням сульфату амонію N_{30} перед сівбою та з підживленням N_{30} у фазі бутонізації. Застосований нітрапірин на одну-дві доби скорочував цей перехід.

На фоні використання амонійної селітри в нормі N_{30} , а також з підживленням N_{30} інгібітор навпаки продовжував тривалість фази. Це свідчить про певне усунення антагонізму азофіксуючого апарату сої та нітратів у зоні кореневої системи. Період «квітування – стиглість» був найбільше розтягнутий за систем удобрення $N_{30}P_{60}K_{60} +$ підживлення N_{30} у формі сульфату амонію у фазі бутонізації – 69-71 доба. Дія нітрапірину скорочувала цей період на 2-3 доби.

Подовжена тривалість міжфазного періоду «квітування – стиглість» була також виявлена за використання інокулянтів на одинарній нормі азоту.



Таблиця 4. Вплив систем удобрення сої, нітрапірину та інокуляції на тривалість вегетаційних періодів

Номер варіанта системи удобрення	Норма внесення азоту, кг/га	Тривалість міжфазних періодів, діб												Тривалість вегетації, діб		
		Сівба – повні сходи (BVCH 09-10)			Сходи – бутонізація (BVCH 09-10 - 55-59)			Бутонізація – квітування (BVCH 55-59)			Квітування – повна стиглість (BVCH 55-59 - 87-92)					
		2022 р.	2023 р.	2024 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.
		Дата сівби									Дата збирання					
		29.04	20.04	25.04							10.10 15.10 01.10					
		1.	0	10	15	12	32	30	35	10	11	10	69	67	64	111
2.	0	10	13	11	30	28	33	10	9	9	67	64	63	107	101	105
3.	30	10	12	11	31	33	35	12	10	11	69	69	70	112	112	116
4.	30	10	12	12	30	31	34	13	10	12	68	67	67	111	108	113
5.	60	10	13	14	30	32	33	15	16	15	69	70	71	114	118	119
6.	60	10	12	13	29	30	30	14	15	14	67	69	68	110	114	112
7.	30	10	10	11	30	29	30	13	14	12	66	67	67	109	110	109
8.	30	10	11	10	29	31	30	15	15	16	67	68	69	111	114	115
9.	60	10	11	10	30	32	31	15	16	15	66	67	66	111	115	112
10.	30	9	9	9	28	29	29	13	15	14	68	70	68	109	114	111
11.	30	9	9	10	28	30	29	14	14	13	67	68	68	109	112	110
12.	30	9	9	9	29	28	30	15	16	16	69	70	69	113	114	115

Загальна тривалість вегетації культури сильно коливалася упродовж трьох років і була пов'язана з погодними умовами, які впливали на дію добрив, нітрапірину та інокулянтів. Подвійна норма азоту, а також одинарна із використанням азотних та фосфорних інокулянтів продовжувала вегетацію сої упродовж 2023 і 2024 років. Інгібітор нітрифікації у всіх випадках застосування із сульфатом амонію спричиняв пришвидшення завершення вегетації сої на 6-7 діб, з амонійною селітрою продовжував вегетацію на 4-5 діб.

Milenko O. G. (2015) повідомляла, що на Полтавщині все ж найбільше на тривалість періоду вегетації сої впливали погодні умови року і значне його скорочення було встановлене за посушливого сезону.

Отже проведені нами дослідження переконують, що живлення сої азотом і тривалість її вегетації можна регулювати застосуванням нітрапірину в комбінації з амонійною та нітратною формами добрив, а також з використанням інокулянтів азотфіксаторів та фосформобілізаторів.

Особливості росту й розвитку зернобобової культури сої передбачає певну залежність врожаю від кількості стебел. В середньо- і пізньостиглих сортів, як Ментор, ця властивість сильніша, що пов'язано з послідовною й тривалою диференціацією генеративних органів і, як наслідок – залежність цих процесів від умов вирощування та впливу погодних чинників. Соя сорту Ментор має

властивість добре гілкуватися. Мала висота рослин сої (73,1 см) виявлена на неудобреному контролі (рис. 6). На фосфорно-калійному фоні, де соя живилася виключно бульбочковим фіксованим з повітря азотом, висота рослин становила 74,9 см. Мінеральний азот у формі сульфату амонію у нормі N_{30} сприяв збільшенню висоти рослин на 3,3-3,5 см відносно неудобреного контролю. Амонійна селітра забезпечувала такий самий ріст сої у висоту, а внесений в обох варіантах нітрапірин незначно посилював ефект.

Подвоєння норми азоту додатковим підживленням обома формами туків додавав рослинам 3,3-3,5 см висоти. Проте амонійна селітра не сприяла більшому росту сої з використанням нітрапірину. Натомість на фоні сульфату амонію інгібітор мав позитивний вплив. На мінімальному фоні азоту N_{30} і сульфату амонію використання інокулянта з азотмобілізуючими бактеріями сприяло росту рослин до 83,2 см, а поєднання двох інокулянтів: азотфіксуючого та фосформобілізуючого, збільшило висоту рослин до найвищого в досліді показника 84,1 см.

Удобрення сульфатом амонію в дозі N_{30} та обробка посівного матеріалу N-мобілізуючими та P-мобілізуючими бактеріями сприяло високому прикріпленню боба – 14,5 см від поверхні ґрунту (рис. 6). Приблизно подібну, але меншу висоту прикріплення, мали боби у рослин на фоні удобрення сульфатом амонію в дозі N_{30} з обробкою

посівного матеріалу N-мобілізуєчим інокулянтм та з подвійним удобрення сульфатом амонію – 14,2-14,3 см. Застосування нітрапірину лише за подвійного удобрення азотом зменшувало висоту

прикріплення боба. На малих нормах як сульфату амонію, так і амонійної селітри спостерігали підвищення розміщення боба над ґрунтом.

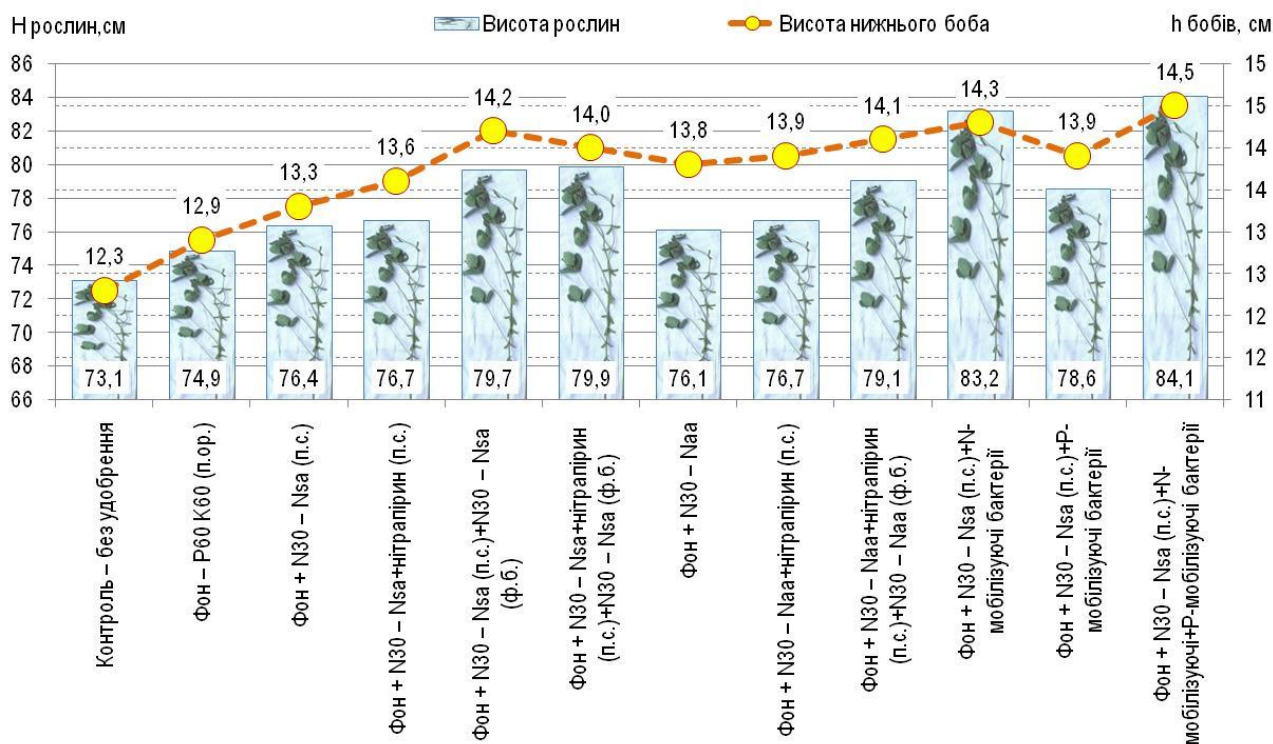


Рисунок 6. Залежність висоти рослин сої від системи удобрення, застосування нітрапірину та інокулянтів (за спостереженнями 2023 року)

Fedoruk I. V. et al. (2020) повідомляють, що найкращий ріст і розвиток сої різних сортів був на варіантах, де проводили поєднання високоефективних інокулянтів, у тому числі Хай Кот Супер, що сприяло активізації росту на 16,2 см порівняно до контролю.

Удобрення сої фосфором і калієм без азотних мінеральних добрив у проведених нами дослідженнях сприяло формуванню більшої маси бульбочок на коренях – на 0,08 г у фазі бутонізації та на 0,05 г при квітуванні рослин. Внесення мінімальної (N₃₀) норми азоту у вигляді сульфату амонію не змінило динаміку бульбочкоутворення. Проте, поєднання його з нітрапірином активізувало утворення азотфіксуючого апарату коренів від бутонізації до пристигання бобів. У фазі квітування приріст маси досяг 0,26 г (рис. 7). Подібний результат встановлений за підживлення сої N₃₀ – приріст маси бульбочок у фазі квітування досяг 0,29 г. Амонійна селітра як з нітрапірином, так і за подвійної норми внесення азоту менше сприяла бульбочкоутворенню.

Найдинамічніше процес бульбочкоутворення відбувався за оброблення насіння інокулянтами. Так, використаний препарат Хай Кот Супер Соє (виробник БАСФ), який містить азотмобілізуєчі бактерії *Bradyrhizobium japonicum*, забезпечив утворення бульбочок у фазі бутонізації масою

0,45 г, у фазі квітування – 0,78 та до фази стиглості 0,28 г. Інокулянт Райс Пі (виробник Агрітема), який містить фосформобілізуєчі бактерії *Bacillus amyloliquefaciens*, не перевищував за ефективністю азот-бактерійний інокулянт, але підтримував нарощування маси бульбочок на рівні найбільших норм добрив та нітрапірину. Поєднане застосування препаратів Хай Кот Супер Соє (азотмобілізуєчі бактерії *Bradyrhizobium japonicum*), та Райс Пі (фосформобілізуєчі бактерії *Bacillus amyloliquefaciens*), забезпечило найвагоміший позитивний ефект щодо утворення симбіотичного апарату азотфіксації у сої на фоні невеликих норм добрив N₃₀P₆₀K₆₀ без додаткового застосування стабілізатора азоту, який пригнічує утворення нітратів.

Отже, контроль концентрації нітратів у ґрунті, які затримують бульбочкоутворення сибіотичного апарату, за допомогою заміни амонійної селітри на сульфат амонію, з використанням інгібітора нітрифікації та обмеження норм внесення азоту не досягає такого вагомого результату, як сумісне застосування інокулянтів, які містять азотмобілізуєчі бактерії *Bradyrhizobium japonicum*, та фосформобілізуєчі бактерії *Bacillus amyloliquefaciens*. Маса бульбочок на рослині у бутонізацію була найвищою – 0,49 г, за квітування – 0,82 г.



Спостереження за верхньою частиною бульбочкового кореня сої і встановлення діаметра окремих бульбочок через 10–24 дні після початку росту в контрольованих умовах живильного середовища (Ohyama T. et al., 2011) показало, що діаметр кореневого вузлика, прикріпленого до первинного кореня, збільшився з 1 мм до 6 мм

упродовж двох тижнів в умовах без азоту. Збільшення діаметра вузликів було майже повністю зупинено після першого дня подачі 5 мМ нітрату. Це було пов'язано з припиненням розширення клітин вузликів. Проте ріст вузликів швидко повернувся до нормального темпу після видалення нітрату з розчину.

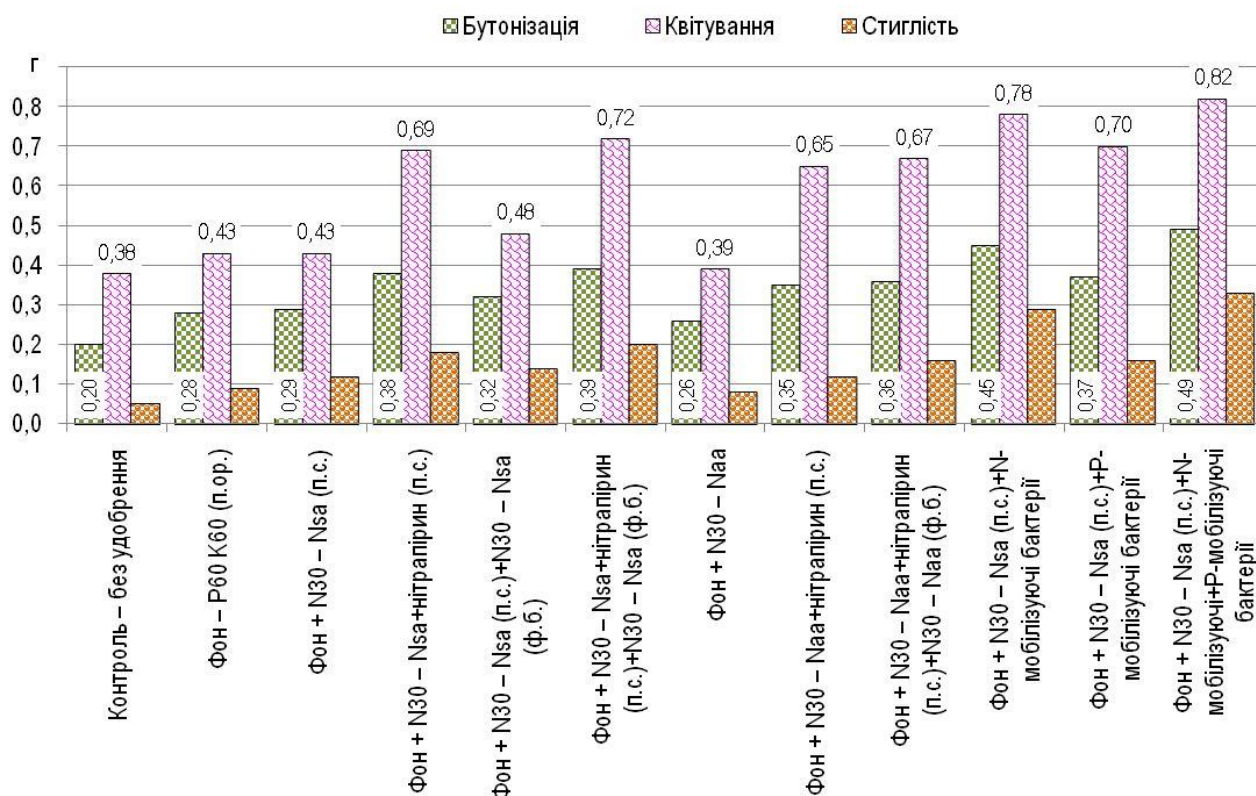


Рисунок 7. Залежність маси бульбочок на коренях сої від системи удобрення, застосування нітрапірину та інокулянтів (за спостереженнями 2023 року)

У науковій праці (Yoshiki M. et al., 2013) повідомлено, що додавання нітрату в живильний розчин швидко пригнічувало ріст бульбочок і активність азотфіксації сої. У цьому дослідженні автори виявили, що коли рослини сої культивували з поживним розчином без азоту інгібуючий ефект був відсутній. Видалення азоту з поживних розчинів після підживлення азотом призвело до відновлення росту бульбочок.

Формування врожаю сої прямо пов'язане з кількістю бобів на рослині та озерненістю кожної особини. Кількість бобів на рослині у наших дослідженнях залежала від систем удобрення сої. На неудобреному фоні виявлено 13,8 боба на рослині, що становило найменший показник у досліді (рис. 8). Лише фосфорно-калійний фон (P₆₀K₆₀) підвищував кількість бобів на 1,1 одиниці. Внесення на цьому фоні N₃₀ (як сульфату, так і нітрату амонію) сприяло збільшенню кількості бобів на 2,7–2,4 одиниці. На цих варіантах системи удобрення дія нітрапірину була тільки позитивною і підвищення кількості бобів становило 1,4–1,6 одиниці.

Найбільша кількість бобів (16,0–16,3 одиниці) утворювалася за внесення норми азоту N₃₀ на фоні P₆₀K₆₀ та при використанні інокулянта Хай Кот Супер Соя, який містить азотомобілізуєчі бактерії *Bradyrhizobium japonicum*, а також поєднання його та інокулянта Райс Пі, який містить фосформобілізуєчі бактерії *Bacillus amyloliquefaciens*.

Зернопродуктивність однієї рослини за використання інокулянта Хай Кот Супер Соя, а також поєднання його та інокулянта Райс Пі, при внесенні норми азоту N₃₀ на фоні P₆₀K₆₀ була максимальною в досліді і становила 33,9–34,4 зернини на рослину. Добре виражена позитивна реакція сої за показником озерненості як на фосфорно-калійному фоні без азоту (P₆₀K₆₀), так і на фоні N₃₀P₆₀K₆₀ із застосуванням інокулянта Райс Пі. Фосфор для азотфіксуючої культури сої відіграє дуже важливу роль щодо генеративних функцій, тому озерненість рослини зростає від 23,4 одиниць на контролі без добрив до 28,1 одиниці на фоні фосфорно-калійних добрив навіть без додаткового удобрення азотом.

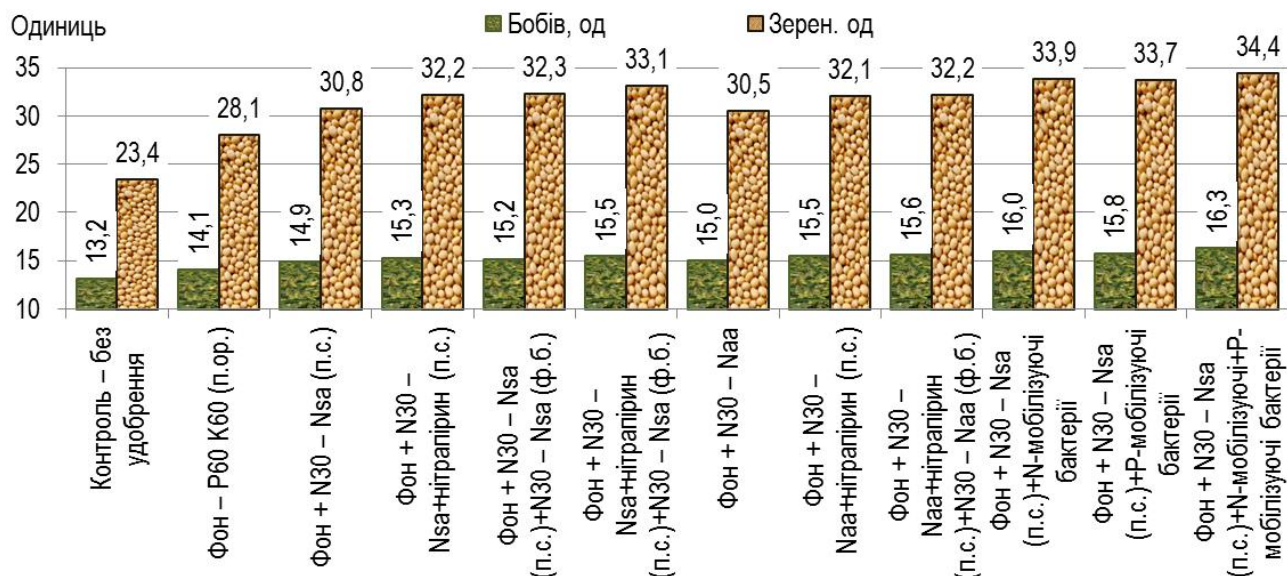


Рисунок 8. Вплив систем удобрення сої на кількість бобів та зерен на рослині (за спостереженнями 2023 року)

Системи удобрення, стабілізація азоту в ґрунті та інокуляція насіння істотно впливали на вагові параметри зерна сої. Мінімальну масу

1000 зерен спричинило внесення амонійної селітри на фоні Р₆₀К₆₀, що свідчить про негативних вплив нітратів на продуктивність культури (рис. 9).

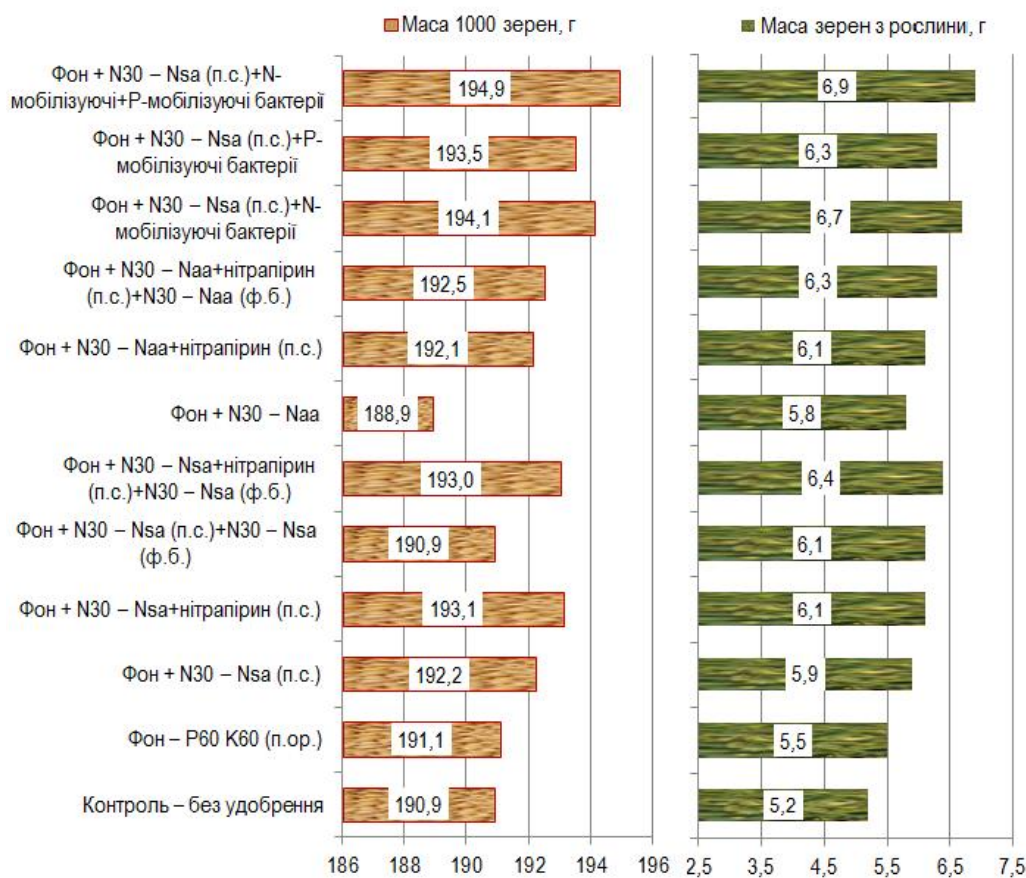


Рисунок 9. Вплив систем удобрення сої на масу зерен з рослини і на масу 1000 зерен (за даними спостережень 2023 року)

У зв'язку з цим відмічено дуже позитивну реакцію сої на внесення нітрапірину як за одинарної норми N_{30} , та і за подвійної N_{30-60} , як за внесення сульфату амонію, так і нітрату. Проте, найбільша маса 1000 зерен отримана при застосуванні інокулянтів: як азотбактерійного, так і фосформобілізаційного. Окреме застосування препарату Хай Кот Супер Соя, який містить азотмобілізуючі бактерії *Bradyrhizobium japonicum*, а також поєднання його та інокулянта Райс Пі, який містить фосформобілізуючі бактерії *Bacillus amyloliquefaciens*, забезпечило масу 1000 зерен в діапазоні 194,1 – 193,5 – 194,9 г.

На одній рослині виявлено від 5,2 до 6,9 г зерна, залежно від варіанту досліджу. Використання

інокулянтів Хай Кот Супер Соя та Райс Пі на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$ спричинило утворення на рослині 6,3-6,9 г зерна. Це на 1,0 г більше, ніж на фоні традиційного удобрення сої $N_{30}P_{60}K_{60}$. Сульфат амонію демонстрував перевагу над амонійною селітрою, а подвоєння норми азоту до 60 кг/га мало позитивний вплив лише за внесення нітрапірину.

Стан культури на варіантах систем удобрення упродовж весняно-літньої вегетації визначали за п'ятибальною системою оцінювання (Yeshchenko V. et al., 2014). У середньому за 2022-2024 роки експериментів варіанти систем удобрення за чотири фази із максимальних 20 балів набирали від 13 до 18,5 балів (табл. 5).

Таблиця 5. Візуальна оцінка загального стану посіву сої у середньому за 2022-2024 роки

Номер варіанта системи удобрення	Фази розвитку				Сума балів (макс. 20 б.)	Середній бал за варіантом
	3-5 трійчастих листочки ВВСН 13-15	Бутонізація - квітування ВВСН 55-59	Формування бобів ВВСН 71-77	Побуріння бобів ВВСН 85		
1.	2,0	3,0	3,5	3,0	11,5	2,9
2.	2,5	3,5	3,5	3,5	13,0	3,3
3.	3,0	3,5	4,0	3,5	14,0	3,5
4.	3,5	4,0	4,0	3,5	15,0	3,8
5.	3,5	4,0	4,5	4,0	16,0	4,0
6.	4,0	4,5	4,5	5,0	18,0	4,5
7.	3,0	4,0	4,0	3,5	14,5	3,6
8.	3,5	4,0	4,5	4,0	16,0	4,0
9.	3,5	4,5	4,5	4,0	16,5	4,1
10.	4,0	4,5	5,0	4,5	18,0	4,5
11.	3,5	4,0	4,5	4,5	16,5	4,1
12.	4,5	4,5	5,0	4,5	18,5	4,6
Середній бал у фазі	3,4	4,0	4,3	4,0	-	-

Неудобрені посіви набирали 11,5 балів, причому у фазі ВВСН 13-15 рослини оцінені 2,0 балами, але до формування бобів підтягувалися до 3,5 балів. Найвища бальна оцінка – від 4,0 до 5,0 балів, була зафіксована за системи удобрення фон $P_{60}K_{60} + N_{30}$ (сульфат амонію) + нітрапірин (перед сівбою) + N_{30} (підживлення у фазі бутонізації сульфатом амонію). Середній бал за вегетацію – 4,5. Проте на фоні $P_{60}K_{60} + N_{30}$ (сульфат амонію) використання інокулянтів Хай Кот Супер Соя + Райс Пі, що фіксують азот і мобілізують фосфор, посіви сої оцінені на рівні 4,5 – 5,0 балів. Причому, від фази 3-5 трійчастих листочки (ВВСН 13-15 – 4,5 балів) до фази формування бобів (ВВСН 71-77 – 5,0 балів) рослини покращували свій габітус. Середній бал по цій системі удобрення становив 4,6 балів.

З-поміж чотирьох вибраних для оцінювання фаз вегетації найменший середній бал встановлено у фазі 3-5 трійчастих листочків (ВВСН 13-15) – 3,4 балів. Найпривабливіше рослини сої виглядали у фазі формування бобів (ВВСН 71-77) – 4,3 балів.

Отже, найвищий середній за вегетацію бал та найбільшу сумарну оцінку отримали посіви, де застосована система удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ (азотне добриво у формі сульфату амонію) з використанням інокулянтів Хай Кот Супер Соя + Райс Пі, що фіксують азот і мобілізують фосфор. Це означає, що рослини сої отримували добре мінеральне живлення для формування врожаю.

Головним критерієм ефективності досліджених прийомів удобрення сої є врожайність зерна. У проведених нами дослідженнях залежно від умов року врожай коливався від найменшого у 2022 році (2,66 т/га) до найбільшого у 2023 році (4,12 т/га) (табл. 6). Третій – 2024 рік досліджень характеризувався середнім врожаєм.

Внесення під оранку $P_{60}K_{60}$ та перед сівбою N_{30} (сульфат амонію) було прийнято за виробничий контроль. На цьому фоні зібрано на 0,74 т/га зерна більше, ніж без удобрення та на 0,52 т/га більше, ніж за тільки фосфорно-калійного удобрення ($P_{60}K_{60}$). Підживлення сої сульфатом амонію N_{30} у фазі

бутонізації за попереднього внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$, як основного добрива, істотного збільшення порівняно

з традиційною системою удобрення не забезпечило ($НР_{05}$ абсолютний коливалася від 0,13 до 0,16 т/га).

Таблиця 6. Врожайність сої залежно від систем удобрення в умовах Малого Полісся на дерновому глибокому глейовому піщанисто-легкосуглинковому ґрунті

Номер варіанта системи удобрення	Роки дослідження						Середнє	Відхилення, ±
	2022	Відхилення, ±	2023	Відхилення, ±	2024	Відхилення, ±		
1.	2,66	-0,81	2,93	-0,76	2,83	-0,65	2,81	-0,74
2.	3,03	-0,44	3,05	-0,64	3,02	-0,46	3,03	-0,52
3.	3,47	-	3,69	-	3,48	-	3,55	-
4.	3,41	-0,06	4,02	0,33	3,55	0,07	3,66	0,11
5.	3,53	0,06	3,78	0,09	3,70	0,22	3,67	0,12
6.	3,77	0,30	4,01	0,32	3,91	0,43	3,90	0,35
7.	3,30	-0,17	3,51	-0,18	3,41	-0,07	3,41	-0,14
8.	3,51	0,04	3,71	0,02	3,55	0,07	3,59	0,04
9.	3,70	0,23	3,90	0,21	3,77	0,29	3,79	0,24
10.	3,72	0,25	4,12	0,43	3,87	0,39	3,90	0,35
11.	3,62	0,15	3,95	0,26	3,67	0,19	3,75	0,20
12.	3,81	0,34	4,05	0,36	3,98	0,50	3,95	0,40
$НР_{05}$, т/га	-	0,13	-	0,16	-	0,15	-	-

Поєднання удобрення $P_{60}K_{60}$ з варіантами доз азоту N_{30+30} та внесення нітрапірину підвищувало врожайність сої в середньому на 0,11-0,35 т/га. Найсприятливішого 2023 року інгібітор діяв найефективніше і вже за меншої норми сульфату амонію забезпечив більшу прибавку, ніж за додаткового підживлення азотом у фазі бутонізації.

Застосування інокулянтів для активізації азотного і фосфорного живлення найвищі результати забезпечило найкращого 2023 року вегетації. Прибавка врожаю за використання азотомобілізаційних бактерій на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$

(сульфат амонію) була такою ж, як і за внесення $N_{30+30}P_{60}K_{60}$ та нітрапірину з сульфатом амонію – 0,35 т/га.

Проте поєднання $N_{30}P_{60}K_{60}$ (сульфат амонію), азотомобілізаційних та фосформобілізаційних бактерій забезпечило найвищий врожай сої у досліді – 3,95 т/га, що на 0,40 т/га більше, ніж за звичайного удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ (сульфат амонію).

Найбільший врожай зерна сої – 4,12 т/га, забезпечило внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ (сульфат амонію) та обробка насіння азотфіксуєчими бактеріями у найсприятливіший 2023 рік вирощування

Висновки

За показниками погоди 2023 рік був найсприятливішим для вирощування сої в умовах Малого Полісся заходу України.

На фосфорно-калійному фоні $P_{60}K_{60}$ застосування нітрапірину й інокулянтів за різних систем азотного удобрення сої на дерновому глибокому глейовому піщанисто-легкосуглинковому ґрунті мало різну ефективність залежно від гідротермічних умов вегетації.

Система удобрення сої з мінімальною та подвійною нормою азоту, внесеного у формі сульфату амонію з використанням стабілізатора нітратів та бактерійних інокулянтів, забезпечила істотне обмеження накопичення нітратів в орному та підорних горизонтах ґрунту (на 21,1% порівняно

з контролем $N_{30}P_{60}K_{60}$ (сульфат амонію). Застосування на цьому фоні азотфіксувального інокулянта Хай Кот Супер Соя неістотно змінювало запаси нітратів в орному шарі ґрунту.

Система азотного удобрення N_{30} (сульфат амонію) на фоні $P_{60}K_{60}$ з використанням азотфіксувального інокулянта забезпечила найвищу врожайність за три роки та максимальний урожай зерна 2023 року, як найкращого для культури – 4,12 т/га, що на 0,40 т/га більше, ніж в середньому за 2022-2024 роки.

За використання стабілізатора азоту N-Lock™ (перед сівбою 1,7 л/га) на фоні $N_{30+30}P_{60}K_{60}$ соя забезпечила врожай 3,90 т/га, що на 0,36 т/га

вище від варіанту N₃₀ (сульфат амонію) на фоні Р₆₀K₆₀, який вважається традиційним у виробництві.

Застосування амонійної селітри замість сульфату амонію навіть з використанням

нітрапірину, як інгібітора нітрифікації, не дало вагомого позитивного результату, тому для сої вибір слід робити на користь сульфату амонію.

Список використаної літератури

Adamenko T. I. (2014) Agroclimatic zoning of Ukraine considering climate change. Kyiv: Publishing house "RIA BLITZ", 16 p. URL: gwp.org/globalassets/global/gwp-cee_files/idmp-cee/idmp-agroclimatic.pdf. (In Ukrainian).

Board J. E. (2013) A Comprehensive Survey of International Soybean Research – Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships (Ed. Board, J. E.). Chapter 6, Soybean seed production and nitrogen nutrition. InTech, Rijeka, Croatia. URL: intechopen.com/books/3245. DOI: 10.5772/52287

Bobrecka-Jamro D.; Jarecki W.; Buczek J. (2018) Response of soya bean to different nitrogen fertilization levels. *J. Elem.* 23, 559–568. DOI: 10.5601/jelem.2017.22.3.1435

Cooper R. L. (2003) A delayed flowering barrier to higher soybean yields, *Field Crop Res.* 82, 27–35. DOI: 10.1016/S0378-4290(03)00003-0

de Borja Reis A. F., Moro Rosso L., Purcell L. C., Naeve S., Casteel S. N., Kovács P., Archontoulis S., Davidson D. and Ciampitti I. A. (2021) Environmental factors associated with nitrogen fixation prediction in soybean. *Frontiers in Plant science.* 12:675410. doi: 10.3389/fpls.2021.675410

Epie K. E., Bauer P. J., Stone K. C. & Locke A. M. (2023) Nitrogen fertilizer effects on soybean physiology, yield components, seed yield and protein content in the Southeastern United States. *Journal of Plant Nutrition.* 46(3): 462–472. DOI: 10.1080/01904167.2022.2084106

Fedoruk I. V., Khmelyanchyshyn Yu. V., Horodyska O. P. Peculiarities of growth and development of soybean plants depending on the variety and elements of cultivation technology. *Podilskyi Visnyk: Agricultural Sciences.* Issue 33. 2020. P. 54–61. DOI: 10.37406/2706-9052-2020-2-7. (In Ukrainian).

Fedoruk I. V., Kolodiy V. A., Khmelianchyshyn Y. V. (2022) Influence of nutrients on productivity of soybeans. *Taurian Scientific Bulletin.* No. 128. P. 221–228. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.128.30. (In Ukrainian).

Furman O. V. Duration of the growing season and phases of growth and development of soybean plants depending on the technological measures of cultivation. (2019) *Taurian Scientific Bulletin.* No. 109. P. 148–154. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.23. (In Ukrainian).

Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. (2018) BBCH Monograph. Edited by Uwe Meier Julius. Kühn-Institut (JKI). Quedlinburg: 204 p. URL: julius-kuehn.de/media/Veroeffentlichungen/bbch%20epaper%20en/page.pdf.

Hege U., Offenberger K. (2011) Effect of N fertilizer with nitrification inhibitors on winter wheat

yield in German Bavarian State Research Center for Agriculture. URL: lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/09628 (Accessed 26 August 2012).

Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. (2015) Effect of fertilization with nitrogen and seed inoculation with *nitragina* on seed quality of soya bean (*Glycine max* (L) Merrill). *Acta Sci. Pol. Agric.* 14, 51–59. URL: researchgate.net/publication/291971774_Effect_of_fertilization_with_nitrogen_and_seed_inoculation_with_nitragina_on_seed_quality_of_soya_bean_Glycine_max.

Liashenko V. V., Lotysh I. I., Taranenko A. O., Krykunova V. Yu., Kundius K. O. (2019) The influence of nitrogen fertilizers on the productivity and quality of soybean seeds. *Scientific Progress & Innovations.* (4), 58–65. doi:10.31210/visnyk2019.04.07. (In Ukrainian).

Lyashenko V. V., Lotysh I. I., Taranenko A. O., Krykunova V. Yu., Kundius K. O. (2019) Effect of nitrogen fertilizers on yield and quality of soybean seeds. *PDAA Bulletin.* No. 4. P. 58–65. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.07. (In Ukrainian).

Lykhochvor V. V., Panasiuk O. V., Panasiuk R. M., Shcherbachuk V. M. (2017) Optimize as a Means of Improving Soybean Productivity and Soil Fertility. *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University.* No. 1. P. 60–52. URL: nbuv.gov.ua/UJRN/vddau_2017_1_13 (in Ukrainian).

Lykhochvor V. V., Shcherbachuk V. M., Panasiuk R. M., Panasiuk O. V. (2024) The influence of fertilization systems on the formation of soybean grain yield. *Agronomist Journal.* URL: agronom-com.ua/vplyv-system-udobrennya-na-formuvannya-vrozhajnosti-ta-yakosti-zerna-soyi (in Ukrainian).

Milenko O. G. (2015) Change in duration of vegetation period and growth and development phases of soybean plants depending on growing conditions. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy.* No. 1–2. P. 165–171. URL: nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA-2015_1-2_40 (In Ukrainian).

Natsumi Y., Tanabata S., Ohtake N., Sueyoshi K., Sato T., Higuchi K., Saito A., Ohya T. (2019) Effects of Different Chemical Forms of Nitrogen on the Quick and Reversible Inhibition of Soybean Nodule Growth and Nitrogen Fixation Activity Front. *Plant Sci.* V. 10. DOI: 10.3389/fpls.2019.00131. URL: frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00131/full

Ohya T., Fujikake H., Yashima H., Tanabata S., Ishikawa S., Sato T., Nishiwaki T., Ohtake N., Sueyoshi K., Ishii S., Fujimaki S. (2011) Effect of nitrate on nodulation and nitrogen fixation of soybean. In: *Soybean, Physiology and Biochemistry* (Ed. El-Shemy H. A.). P. 333–364.

Ohya T., Tewari K., Ishikawa Sh., Tanaka K., Kamiyama S. et al. (2017) Role of Nitrogen on Growth and Seed Yield of Soybean and a New

Fertilization Technique to Promote Nitrogen Fixation. In: Soybean (Ed. Minobu Kasai). P. 475–484.

Ono Y., Fukasawa M., Sueyoshi K., Ohtake N., Sato T., Tanabata S., Toyota R., Higuchi K., Saito A., Ohya T. (2021) Application of Nitrate, Ammonium, or Urea Changes the Concentrations of Ureides, Urea, Amino Acids and other Metabolites in Xylem Sap and in the Organs of Soybean Plants (*Glycine max* (L.) Merr.). *International Journal of Molecular Sciences* 22(9). DOI: 10.3390/ijms22094573

Poliovyi V., Hnativ P., Balkovskyy V., Ivaniuk V., Lahush N., Shestak V., Szulc W., Rutkowska B., Lukashchuk L., Lukyanik M., Lopotych N. (2021) The influence of climate changes on crop yields in Western Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 11(1), 384–390. DOI: 10.15421/2021_56

Roche L., Forrestal P., Lanigan G., Richards K., Shaw L., Wall D. (2016) Impact of fertiliser nitrogen formulation, and N stabilisers on nitrous oxide emissions in spring barley. *Agric. Ecosyst. Environ.* 233: 229–237. DOI: 10.1016/j.agee.2016.08.031

Rotundo J. L., Miller-garvin J. E., Naeve S. L. (2016). Regional and temporal variation in soybean seed protein and oil across the United States. *Crop Sci.* 56 (2), pp. 797–808. DOI: 10.2135/cropsci2015.06.0394

Shestak V., Hnativ P., Ivaniuk V., Olifir Y., Szulc W., Rutkowska B., Spychaj-Fabisiak E., Vega N., Parkhuc B., Kachmar O., Kocyuba B., Bahaj T. (2023)

Dynamics of the forms of nutrient nitrogen in Greyic Luvic Phaeozem when regulating their resources with fertilizers and nitrapyrin applied to winter barley. *Journal of Elementology*. 28(1): 41–58. DOI: 10.5601/jelem.2023.28.1.2352

Soils of Lviv region. (2019) A collective monograph, edited by S. P. Pozniak. Lviv: Ivan Franko LNU, 424 p. URL: geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/09/gruntu-lviv-collect-monography-2019.pdf. (In Ukrainian).

Światowa produkcja soi według kraju. (2024). URL: atlasbig.com/pl/kraje-wedlug-produkcji-soi. (Accessed 3.10.2024).

Tamagno S., Sadras V. O., Haegerle J. W., Armstrong P. R. and Ciampitti I. A. (2018) Interplay between nitrogen fertilizer and biological nitrogen fixation in soybean: Implications on seed yield and biomass allocation. *Scientific Reports*. 8 (1):11. DOI: 10.1038/s41598-018-35672-1

Yeshchenko V. V. et al. (2014) Fundamentals of scientific research in agronomy. Vinnytsia: PP "TD "Edelweiss and K", 332 p. (In Ukrainian).

Yoshiki M., Horii S., Matsuno T., Kubo M. (2013) Soybean as a Nitrogen Supplier. In Book: A Comprehensive Survey of International Soybean Research – Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships. DOI: 10.5772/51017

FACTORS AND PATTERNS OF THE FORMATION OF SOY GRAIN PRODUCTIVITY ON THE SOD CLAY SOIL OF THE MALE POLISSIA

Bohdan KOTSYUBA, PhD candidate
Lviv National University of Nature Management

The article highlights the impact of forms of nitrogen fertilizers and rates of application, the effectiveness of using the N-Lock™ inhibitor and seed inoculation on the conditions of formation of soybean productivity in Male Polissia in the West of Ukraine. The description of the properties of the sod clay sandy light-loamy soil of the experimental field is given. The hydrothermal conditions of 2022–2024 are described. May, June and July 2023 were the wettest, warm enough, so that year provided the maximum soy productivity in the experiment – 4.12 t/ha. From January to September including, 538 mm of precipitation fell in 2022, 604 mm in 2023, and 525 mm in 2024. Depending on the change in hydrothermal conditions, soy development phases shifted, plant parameters and crop structure were formed. Applying nitrogen before sowing at the rate of N₃₀ increased available nitrogen reserves by 7.1–12.1 mg/kg of soil in the seedling phase, compared to the unfertilized background (121.0 mg/kg). The use of nitrapyrin after the application of ammonium sulfate significantly, and ammonium nitrate less significantly, reduced the formation of nitrate ions in the soil layer. Close connections ($r \pm$) of nitrogen application rates with the content of soil forms of nitrogen, as well as pH_{saline solution}, and soy grain yield were revealed. The close relationship between application rates and changes in nitrogen reserves in the soil is shown on a planar 3D-model, which is described by a regression polynomial equation: $N_{\text{nit.}}, \text{ mg/kg} = 23.8079 + 0.0065 \times N_{\text{norm}} + 0.2244 \times N_{\text{hydr}}$. The soy fertilization system using a nitrate stabilizer and bacterial inoculants provided a significant limitation of nitrate accumulation in the arable and subsoil horizons of the soil (by 21.1% compared to the control N₃₀P₆₀K₆₀ (ammonium sulfate). The N₃₀ (ammonium sulfate) nitrogen fertilization system on the background of P₆₀K₆₀ with the use of nitrogen-fixing inoculant provided the highest yield in three years and the maximum grain yield in 2023, which is 0.40 t/ha more than the average for 2022–2024. When using N-Lock™ nitrogen stabilizer (1.7 l/ha before sowing) on the background of N₃₀₊₃₀P₆₀K₆₀ soy provided a yield of 3.90 t/ha, which is 0.36 t/ha higher than the N₃₀ (ammonium sulfate) option on the background of P₆₀K₆₀, which is considered traditional.

Keywords: soy, nitrogen fertilizer, nitrapyrin, inoculant, nitrate nitrogen, correlation, regression.

Отримано: 22.10.2024
Погоджено до друку: 28.11.2024

ПЕРЕВАГИ І РИЗИКИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

Юрій СЕНЧИНА, аспірант (науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук І. С. Волощук)
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна
e-mail: senchina.u@gmail.com

Серед найпоширеніших зернових культур кукурудза займає провідне місце у світі на площі 187 млн га з виробництвом близько 1 млрд т і середньою врожайністю 5,6 т/га. Інтерес до цієї культури зумовлений високою продуктивністю та різноманітністю її використання. Наведений у статті огляд вивчених джерел літератури дозволяє висвітлити ареал поширення кукурудзи у світі, найбільші країни-виробники, прогнозовані обсяги виробництва, експорт за останні роки та позитивні сторони й негативні ризики її вирощування. Проаналізовано вплив зміни клімату та представлено інноваційні розробки зарубіжних та вітчизняних дослідників з елементів технології вирощування сільськогосподарської культури. Вигідне географічне положення України та сприятливі погодні умови для вирощування кукурудзи створюють об'єктивні передумови для альтернативного забезпечення зернофуражного балансу та економічного стану зернової та тваринницької галузі, тому за останні роки посівні площі зросли до 5 млн га.

Ключові слова: кукурудза, країни-виробники, площі посіву, валове виробництво, урожайність.

У складовій зернового виробництва світу надійний баланс забезпечує кукурудза. У цій культурі постійно зростає зацікавленість ряду галузей: харчової, переробної, медичної, мікробіологічної промисловості та паливно-енергетичного сектору. За прогнозом міністерства сільського господарства США (USDA) світове валове виробництво зерна в 2024 р. очікується на рівні – 1214,47 млн т, експорт – 196,25 млн т. Зменшення виробництва і експорту кукурудзи до 382,65 і 51,44 млн т очікується у США. У Аргентині воно буде складати, відповідно 55 і 41 млн т, Бразилії – 129 і 55, Україні – 28 і 19,5, росії – 14,6 і 4,2, Південній Африці – 16,8 і 3,4 млн т (USDA report..., 2023; Statistics ukraine..., 2021; Petrychenko V. F. & Likhochvorov V. V., 2020).

Кукурудза є однією з найважливіших культур сучасного землеробства, яка серед зернових виділяється високою потенційною продуктивністю. Вона займає площу біля 180 млн га та посідає третє місце після пшениці та рису, найбільшу в США (30 млн га), де виробляється понад 45 % світового валового збору зерна (Tkachuk O. P. & Bondarenko M. I., 2022; Tkachuk O. P. & Bondarenko M. I., 2023).

Майже 50 років, за виключенням руйнівної посухи в 2013 р., фермери США домінували на міжнародному ринку кукурудзи. В сезоні 2023/2024 рр. лідерство перехопила Бразилія збільшивши експорт на 32 %, тоді як США лише на 23 % (AgroPortal..., 2023).

Бразилія, як континентальна країна з кліматичним різноманіттям постійно розробляє сценарії по збільшенню виробництва зерна. Зростаючі кліматичні ризики в регіонах з тропічним кліматом представляють системи подвійного вирощування сої + кукурудзи. Систематизуючи наукові знання бразильські вчені прогнозують, що врожайність кукурудзи за майбутніх кліматичних

змін знизиться, при цьому субтропічний кліматичний регіон постраждає менше, ніж північні регіони (Bigolin T. & Talamini E., 2024).

Ряд інших країн проявляють велику зацікавленість до вирощування даної культури. Зокрема в нафтовому секторі Іраку за рахунок аграрного виробництва забезпечується значний внесок у валовий внутрішній продукт (ВВП). Виробництво кукурудзи жовтої в провінції Кіркук з 2000–2021 рр. становило 23–237 тис. т з площі 10–39 тис. га. Середній внесок площі вирощування жовтої кукурудзи до загальної становив – 19 %, а виробництва – 24 %, найвищий був зафіксований у 2018 р. – 71,1 %, а найнижчий у 2006 р. – 6,3 %. Середня врожайність оцінювалася в 3,904 т/га. Найвища врожайність була досягнута у 2013 р. – 7,592 т/га, а найнижча у 2014 р. – 1,092 т/га, на що мали вплив складні умови регіону. Отримані показники не забезпечували зростаючого місцевого попиту на кукурудзу (Abdullah D. F., 2023).

Про низький рівень виробництва кукурудзи в Північній Мінахасі провінції Північного Сулавесу описують дослідники Sondakh J. O. M. et al. (2023).

З метою задоволення потреб населення як основного продукту харчування, матеріалів для промисловості та корму для худоби розпочато використання маргінальних земель золотих копалень у регіоні Сіджунджунг. Після видобутку на таких землях важливо запроваджувати технологію вирощування кукурудзи як адаптивної культури з отриманням високої врожайності та прибутку. Дослідження фермерської групи Labuah Luruhi були спрямовані на розробку елементів технології з вирівнювання землі, застосування багатого компосту та мікоризи, а також якісної сільськогосподарської техніки і показали, що в перший рік дохід менший, ніж витрати, $R/C < 1$, а ціна ВЕР і виробництво нижчі за точку

беззбитковості відповідно до $MBCR < 1$ за того самого рівня цін. Посилаючись на критерії фінансового аналізу вони зробили висновок, що на початковому етапі освоєння таких земель це нерентабельно, але в довгостроковій перспективі фермерство може отримати кращі результати (Latifa D. et al., 2022).

Дослідження проведені в посушливій місцевості з сухим середовищем та низькою природною родючістю ґрунтів Східної Яви, іракської провінції Кіркук вказують, що кукурудзу можна вирощувати лише за умов управління водними ресурсами та поживними речовинами (Saeri M. et al., 2023).

Вивчаючи вплив змін клімату на виробництво харчової кукурудзи в Китаї, який є найбільшим споживачем хімічних добрив у світі, підтверджено нелінійний їх вплив за температури нижче 28°C і різке збільшення використання за вищого показника на $1,5\text{ кг/га}$. Літнє внесення добрив в долині Хуанхе-Хуай є більш чутливе до потепління, ніж північний регіон. Встановлено, що добрива мають різні температурні пороги, що викликає значні зміни, зокрема: азотні – 32°C , фосфорні – 20 , калійні – 20°C (Quan Q. et al., 2024).

Вирощуючи кукурудзу в районі Гуйчжоу Китаю, де видобувають ртуть, вчені зробили висновок, що культура є резервуаром ґрунтового й атмосферного накопичення і позитивно впливає на екологічну реабілітацію та збереження навколишнього середовища (Wang D. et al., 2024).

Спрямовуючи наукові дослідження на обґрунтування проблемних питань вчені різних країн створюють базу інноваційних розробок для ознайомлення та широкого впровадження їх у виробництво. Так на експериментальній станції Томашково в Польщі оцінювали кількість і якість жиру отриманого із зерна кукурудзи за системи застосування мінеральних добрив та м'ясо-кісткового борошна (МКБ). Дослідники (Stępień A. et al., 2024) зробили висновок про збільшення вмісту переважаючої поліненасиченої жирної кислоти $C18:2$ порівняно з варіантом без внесення добрив, а для мононенасиченої жирної кислоти $C18:1$ цис-9 – навпаки. Варіанти добрив найбільше корелювали з виходом жиру та сумою поліненасичених жирних кислот. За впливом на вихід жиру, вміст жиру, профілі жирних кислот та їх співвідношення поділили на три групи, які були пов'язані з впливом органічних добрив протягом років цього дослідження. Використання м'ясо-кісткового борошна як добрива не можна розглядати як фактор підвищення жирності зерна кукурудзи. М'ясо-кісткове борошно, що вноситься протягом кількох років на те саме поле в кількостях, необхідних для досягнення оптимального врожаю, може бути елементом, який формує профілі жирних кислот.

Дослідження проведені в лабораторії Національної програми досліджень кукурудзи (NMRP), Рампур (м. Бхаратпур, Читван, Непал) з

виділення збудників протигрибкової оцінки рослинних екстрактів проти фузаріозу *Fusarium verticillioides* Sacc. підтвердили позитивний вплив екстракту айру *Acorus* L порівняно з хімічними фунгіцидами. Встановлено, що за використання антагоністу *Trichoderma viride* спостерігали пригнічення радіального росту колонії *F. verticillioides*. Рекомендують рослинні засоби, антагоністи та фунгіциди, такі як SAAF (Карбендазим, 12% + Манкоцеб, 63% WP) використовувати для екологічно чистого лікування хвороб, викликаних *F. verticillioides* (Subedi S. & Neupan S., 2021).

Китайські вчені (Ali Sh. et al., 2024) стверджують позитивний вплив синтетичних регуляторів росту, зокрема «Jindeli», який містить активні елементи етефон і цикоцел (EC), що запобігає подовженню стебла кукурудзи, покращує товщину, морфологію та механічну його міцність, ріст коренів, стійкість до вилягання та врожайність. При застосуванні RG4 значно покращувалася якість стебел, підвищувались механічні властивості та міцність стебел на стиск, збільшувався вміст геміцелюлози, целюлози та лігніну, що забезпечувало вищу врожайність зерна.

У напівпосушливих регіонах Азії досліджували використання передових методів збереження ресурсів, що є потребою сучасності для збільшення виробництва врожаю в умовах дефіциту води. Беручи до уваги майбутні тенденції підвищення врожайності кукурудзи за мінливих кліматичних сценаріїв, ряд дослідників рекомендують оптимізовану відстань між рослинами (10 см), за якої урожайність зерна є вищою на $35,5\%$, зеленої маси на $29,3\%$ ніж при контрольній обробці (система гребінь-борозна).

Цукрова кукурудза має велике значення в харчуванні людини, тому питання елементів технології вирощування досліджують у різних країнах світу. На помірно засолених лучно-алювіальних ґрунтах Республіки Каракалпакстан вивчали вплив строків сівби (20 квітня, 1 травня та 10 травня) сорту Замін і гібриду Мегатон F1. За раннього строку (20 квітня) рослини демонстрували потужний ріст і розвиток досягаючи висоти $163,7\text{--}173,3\text{ см}$, характеризувалися значною кількістю листя ($12,0\text{--}12,1\text{ шт.}$). Урожайність сорту Замін становила – $1,08\text{ т/га}$, гібриду Мегатон F1 – $1,18\text{ т/га}$ (Saparniyazov I. et al., 2024).

У Бухарській області республіки Узбекистан (Середня Азія) за комплексного вивчення 12 сортів і гібридів цукрової (овочевої) кукурудзи в якості повторної культури на середньозасолених лучних алювіальних ґрунтах уваги заслуговували сорти та гібриди: Замін, Мазза, Мегатон F1 і Юніон F1, відібрані на основі їх придатності для конкретних ґрунтових і кліматичних умов. Дослідженнями встановлено ефективність схем посіву 60×30 і $70 \times 25\text{ см}$, оптимальний строк сівби – 5 липня, що підкреслило важливість ретельного вибору як схем

посіву, так і періодів для оптимізації виробництва цукрової кукурудзи в конкретних агрокліматичних умовах (Sanaev S. et al., 2024).

Покращення поживного профілю кукурудзи щодо антиоксидантів та антоціанів, проводили за оцінкою ліній Polimaize шляхом інтеграції алелів з блакитної кукурудзи (NBC-LIQ), місцевого мексиканського сорту, що походить із північно-східного регіону Мічоакан, Мексика, в елітні лінії кукурудзи, куратором яких є Міжнародний центр покращення кукурудзи та пшениці (CIMMYT). Проект підкреслив цінність інтеграції алелів місцевої раси в елітні лінії, пропонуючи генетичне різноманіття. Результати продемонстрували значне збільшення цих сполук з варіаціями через гетерозис. Деякі ознаки показали зниження концентрації

порівняно з батьківськими лініями, зокрема, сахарози та триптофану, що свідчить про потенційний компроміс; значну спадковість амінокислот і триптофану, тоді як гексозні цукри не показали істотної спадковості. У сорту Полімаїз була висока крохмалистість у спадковості, порівняно з елітними лініями (Oyoque-Salcedo G. et al., 2024).

Вітчизняні вчені: Poleviy V. M. et al. (2021) обґрунтовують, що за вирощування кукурудзи на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся зростання врожайності зерна на 2,89–4,91 т/га, соломи – на 4,40–7,80 т/га порівняно з контрольним варіантом (без добрив) отримували за застосування вапнякових матеріалів на фоні $N_{120}P_{90}K_{120}$ (рис. 1).

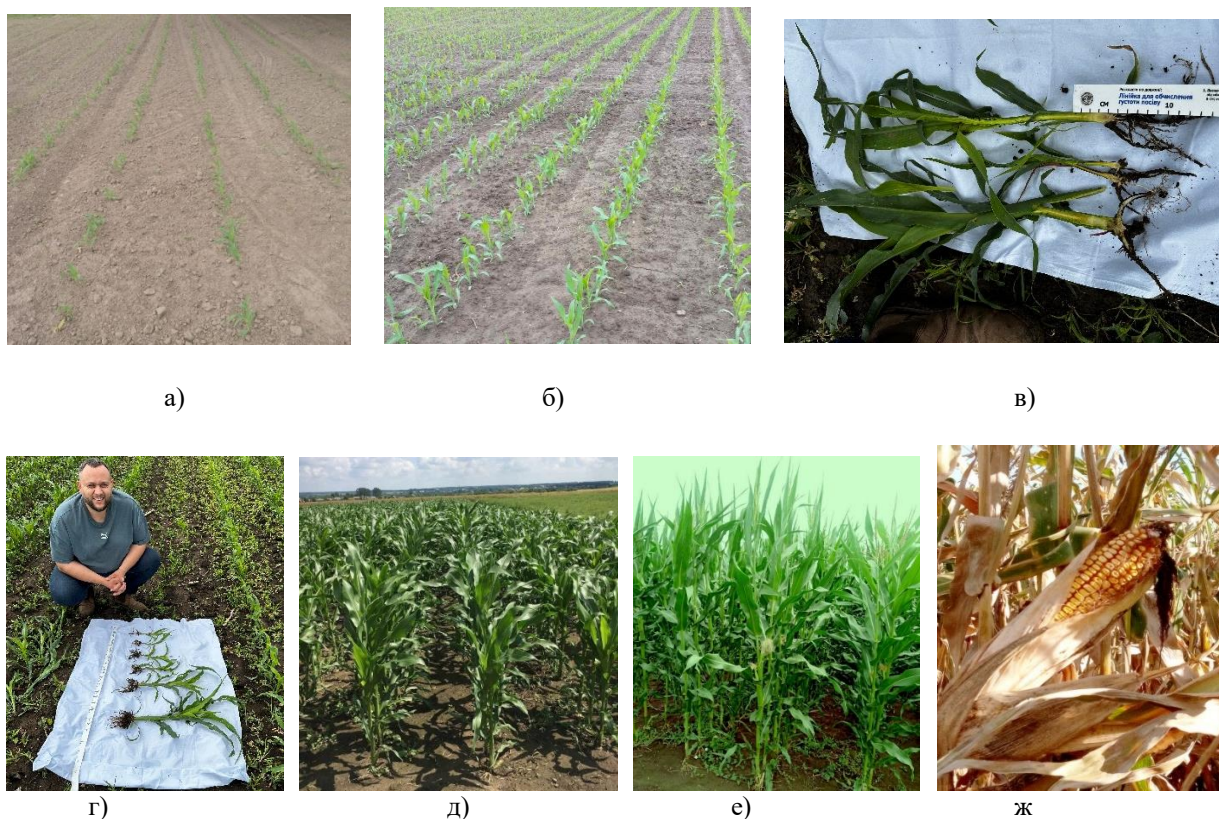


Рисунок 1. Розвиток рослин кукурудзи на дослідних ділянках Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН: а, б, в) макростадія 1: розвиток листків (головний пагін) (ВВСН 13, 15, 17), г) розвиток рослин залежно від дати посіву, д) макростадія 1: розвиток листків (головний пагін) (ВВСН 19), е) макростадія 4, 5: закладання квіток, викидання волоті (ВВСН 51–57); ж) макростадія 8: дозрівання зерна (ВВСН 83–89).

За даними дослідників Mostovyak I. I. et al. (2024) встановлено, що за природного зволоження зони Західного Лісостепу найефективнішим було дворазове обприскування рослин кукурудзи гібриду ДКС 4598 фунгіцидом Фокс у фазах ВВСН 19 та 65 к. с. (0,6 та 0,8 л/га), за якого ураження качана фузаріозом становило 2,6 %. За дворазового застосування препарату урожайність становила 14,0 т/га з приростом до контролю (без обробки)

0,7 т/га (5,3 %) та зниженням вмісту мікотоксинів *Deoxynivalenol* на 72 %, *Fumonisin* – 85 %.

Достатня кількість гібридів вітчизняної й іноземної селекції різних груп стиглості дозволяє вирощування кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних умовах України. В окремих агроформуваннях дана культура перевищує 30 % у короткоротаційних сівозмінах (Hlushko T. V. & Voytashenko D. P., 2013; Korniychuk O. V., 2015).

Вивчаючи реакцію гібридів на систему удобрення, Hrabovsky N. B. et al. (2021) встановили, що найбільшу врожайність зерна забезпечували гібриди середньостиглої групи (7,55–7,95 т/га), однак вони відзначалися високими показниками вологості зерна (17,3–18,5 %). Найбільше реагували на внесення мінеральних добрив гібриди ЛГ30352 та Каріфолс,

приріст урожайності зерна яких становив: 1,54–2,32 та 1,74–2,14 т/га порівняно з варіантом без добрив. Застосування комплексних мінеральних добрив *Plantonit Frumentum* і *Plantonit Grain* у листкове підживлення збільшувало врожайність кукурудзи на 37,8 і 37,1 % (рис. 2).

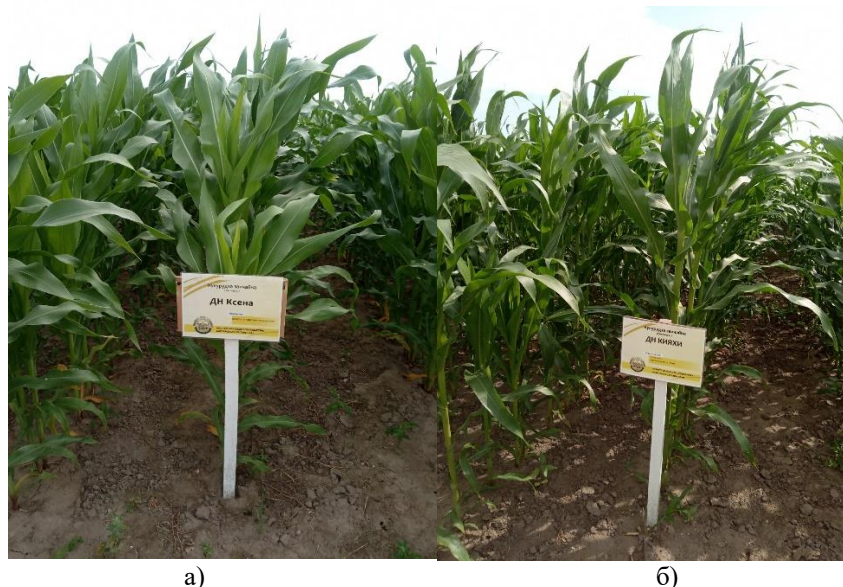


Рисунок 2. Гібриди кукурудзи звичайної (*Zea mays*): а) Ксена, б) Кияхи

Кукурудза є стійкою до патогенів, однак за вирощування в монокультурі, може уражатися хворобами, що проявляють негативний вплив на ріст, розвиток та формування урожайності (Omenyuk V. Ya. & Antonenko O. F., 2017a; Omenyuk V. Ya., 2017b; Omenyuk V. Ya. & Antonenko O. F., 2017c).

Висновки

Виробництво кукурудзи в різних країнах залежить від маркетингової складової – попиту на внутрішньому і зовнішньому ринках, що забезпечує стабільну економічну діяльність підприємств і їх зацікавленість до вирощування культури.

Важливою науковою складовою технологій вирощування кукурудзи є впровадження інноваційних розробок (відповідні сівозміни, нові

велику кількість культур інфікує фузаріоз, як одна з найбільш шкочинних хвороб в усіх зонах вирощування, в тому числі і кукурудзи (Carmona S. L. et al., 2020; Yadav A. N. et al., 2021; Hesham A. E.-L. et al., 2021; Kaminska O. V. et al., 2020; Mallowa S. O. et al., 2015; Eli K. et al., 2021).

високопродуктивні гібриди, добрива, мікродобрива, регулятори росту та ін.).

Військові дії на територіях східного і південного регіону України є ризикованими для вирощування кукурудзи, тому збільшення площ посіву в інших регіонах є виправданим на даному етапі аграрного виробництва.

Список використаної літератури

Abdullah D. F. (2023). Evaluation of the Agricultural Reality of the Industrial Yellow Corn Crop in the Iraqi Province of Kirkuk. 4-th International Conference of Modern Technologies in Agricultural Sciences. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1262, 102012. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1262/10/102012>

Ali Sh., Li Z., Zhang X., Xi Yu., Shaik M. R., Khan M. (2024). How do novel plant growth regulators and cultivation models strategies affect mechanical strength, lodging resistance and maize productivity in semi-arid regions? *Agricultural Water Management*,

29530, article number 108790. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108790>

Bigolin T., Talamini E. (2024). Impacts of climate change scenarios on the corn and Soybean Double-Cropping System in Brazil. *Climate*, 12, 3, 42. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli12030042>

Carmona S. L., Burbano-David D., Gómez M. R., Lopez W., Ceballos N., Castaño-Zapata J., Simbaqueba J., Soto-Suárez M. (2020). Characterization of pathogenic and nonpathogenic *Fusarium oxysporum* isolates associated with commercial tomato crops in the Andean Region of Colombia. *Pathogens*, 9(1), 70. DOI:

<https://doi.org/10.3390/pathogens9010070>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7168637>

Eli K., Schaafsma A. W., Limay-Rios V., Hooker D. C. (2021). Effect of pydiflumetofen on Gibberella ear rot and Fusarium mycotoxin accumulation in maize grain. *World Mycotoxin Journal*, 14(4), 495-512. DOI: <https://doi.org/10.3920/WMJ2020.2638>

Hesham A. E.-L., Kaur T., Devi R., Kour D., Prasad Sh., Yadav N., Singh Ch., Singh J., Yadav A. N. (2021). Current trends in microbial biotechnology for agricultural sustainability: conclusion and future challenges. *Current trends in microbial biotechnology for sustainable agriculture*, Springer. Singapore, 555-572. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-6949-4_22

Hlobal corn production and exports to rise in 2023/24. USDA report. (2023). (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://latifundist.com/novosti/62829-svitove-virobnitstvo-i-eksport-kukurudzi-zrostut-u-2023-24-mr--zvit-usda> [Accessed 23 May 2024].

Hlushko T. V., Voytashenko D. P. (2013). Yield and quality of corn grain under the influence of biopreparations in the conditions of irrigation of the southern Steppe of Ukraine. *Irrigated agriculture*, 59, 44-47. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <http://izpr.ks.ua/archive/2013/59/13.pdf> [Accessed 28 May 2024].

Hrabovsky N. B., Vakhniy S. P., Lozinsky N. V., Panchenko T. V., Basyuk P. L. (2021). Grain productivity of corn hybrids depending on the use of complex mineral fertilizers. *Agrobiology*, 2, 33-42. (In Ukrainian). [Online]. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-33-42>

Kaminska O. V., Marchenko T. V., Kirik M. M., Shevchenko L. V. (2020). Seasonal dynamics of mycotoxin accumulation in corn grain. *Bioresources and nature management*, 12, 1-2, 47-55. DOI: <https://doi.org/10.31548/bio2020.01.006>

Korniychuk O. V. (2015). Corn in modern agrocenoses of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine under conditions of moisture deficiency. *Forage and forage production*, 81, 8-20. (In Ukrainian). [Online]. Available at: https://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/81.pdf [Accessed 28 May 2024].

Latifa D., Karmaita Y., Yefriwati, Agustamar, Yubniati (2022). Financial analysis of corn farming on the post-gold mine land reclamation technology package in Palaluar Nagari Sijunjung Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1160, 12023, article number 0120602nd Agrifood System International Conference. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1160/1/012060>

Mallowa S. O., Esker P. D., Paul P. A., Bradley C. A., Chapara V. R., Conley S. P., Robertson A. E. (2015). Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions. *Phytopathology*, 105(8), 1080-1089. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-14-0210-R>

Mostovyak I. I., Krikunov I. V., Shuvar A. M., Tanasov S. S., Senik I. I., Sidoryuk G. P. (2024). The impact of fungicide treatments on the development of fusarium diseases of corn in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 75 (1), 81-90. (In Ukrainian). [Online]. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-7)

Omenyuk V. Ya., Antonenko O. F. (2017a). Development of Fusarium Blight of Corn on Hybrids of Different Maturity Groups and Its Harmfulness in the Conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 3(67). (In Ukrainian). [Online]. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.03.008>

Omenyuk V. Ya. (2017b). Intensity of development of corn head diseases caused by fungi of the genus Fusarium. *Quarantine and plant protection*, 7-9, 1-3. (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://lib.dsau.dp.ua/book/153014?lang=ru> [Accessed 28 May 2024].

Omenyuk V. Ya., Antonenko O. F. (2017c). Integrated chemical protection of corn from fusarium wilt in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Bioresources and nature management*, 9, 3-4, 55-61. (In Ukrainian). [Online]. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/bio2017.03.009>

Oyoque-Salcedo G., Arias-Martínez S., Gutiérrez-Cárdenas O. G., Montañez-Soto J. L., Oregel-Zamudio E., Torres-García J. R. (2024). Nutritional Enhancement of Polimaize Lines: Integrating Native Mexican Maize Alleles into High-Yield Varieties. *Agronomy*, 14, 3, article number 403. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14030403>

Petrychenko V. F., Likhochvorov V. V. (2020). Plant growing. New technologies for growing field crops: 100 crops. Lviv: NPF "Ukrainian Technologies", 806 p. (In Ukrainian). [Online]. Available at: https://www.fri.vin.ua/download_materials/PLANT_GROWING.pdf [Accessed 23 May 2024].

Plant growing of Ukraine. Statistical digest. State Statistics Service of Ukraine (2021) / edited by A. Prokopenko. 183 p. (In Ukrainian). [Online]. Available at: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/z_b/05/z_b_05_2021.pdf [Accessed 23 May 2024].

Poleviy V. M., Yashchenko L. A., Rovno G. F. (2021). Removal of biogenic elements by corn for grain depending on fertilization and liming in Western Polesie. *Collection of scientific papers "Agrobiology"*, 2, 116-123. (In Ukrainian). [Online]. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-116-123>

Quan Q., Yi F., Liu H. (2024). Fertilizer response to climate change: Evidence from corn production in China. *Science of the Total Environment*, 92810, article number 172226. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172226>

Saeri M., Tafakresnanto Ch., Rejekiingrum P., Hanif Z., Putri R. L. (2023). Development of corn crops in dry land, dry climate using panca management technology in Situbondo, East Java. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1253, 12023, article number 0120803rd International Conference on Environmental Ecology of Food Security. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1253/1/012080>

Sanaev S., Rakhmatov I., Saparniyazov I., Rizaev Sh., Khalmirzaeva L. Abdikhalikova B., Makhramov L. (2024). Evaluation of growing of sweet maize varieties and hybrids as a repeated crop in different planting periods and schemes. E3S Web of Conferences, 4977, article number 030385th International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering, Samarkand, 13-14 May 2024through, code 198057. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449703038>

Saparniyazov I., Sanaev S., Isaev S., Rizaev Sh., Shamsiev A., Rakhmatov I. (2024). Growing varieties sweet corn main period in Karakalpakstan. E3S Web of Conferences, 4977, article number 030435th International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering, ICECAE Samarkand, 13-14 May 2024through, code 198057. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449703043>

Sondakh J. O. M., Paat P. C., Rawung M. J. B., Lintang M., Layuk P., Rembang J. H. W. (2023). Analysis of corn commodity production and development policy in North Minahasa, North Sulawesi Province. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1253, 12023, 0120783rd International Conference on Environmental Ecology of Food Security, code 194235. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1253/1/012078>

Stepień A., Wojtkowiak K., Kolankowska E., Pietrzak-Fiećko R. (2024). Corn Grain Fatty Acid

Contents in Response to Organic Fertilisers from Meat Industry Waste. Sustainability (Switzerland), 16, 3, article number 952. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16030952>

Subedi S., Neupan S. (2021). Antifungal assessment of plant extracts, biocontrol agents and fungicides against *Fusarium verticillioides* (Sacc.) causing ear rot of maize. Agraarteadus. Journal of Agricultural Science, XXXII (1), 133-138. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.16>

The US is losing its leadership in the world corn market. (2023). (In Ukrainian). [Online]. Available at: <https://agroportal.ua/news/mir/ssha-vtrachayut-liderstvo-na-svitovomu-rinku-kukurudzi> [Accessed 24 May 2024].

Tkachuk O. P., Bondarenko M. I. (2022). Ecological assessment of repeated corn crops in Ukraine. Agriculture and Forestry, 24, 182-191. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-1-13>

Tkachuk O. P., Bondarenko M. I. (2023). Formation of yield and grain quality of repeated corn crops. Tavrichesky Scientific Bulletin, 129, 139-145. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.18>

Wang D., Li Zh., Wang Q. (2024). Ecological restoration reduces mercury in corn kernel and the distinction of mercury in corn plants in rural China – A case in Wuchuan mercury mining area. Ecotoxicology and Environmental Safety, 271, article number 115964. [Online]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.115964>

Yadav A. N., Hesham A. E.-L., Kaur T., Devi R., Kour D., Prasad Sh., Yadav N., Singh Ch., Singh J. (2021). Current trends in microbial biotechnology for agricultural sustainability: conclusion and future challenges. Current trends in microbial biotechnology for sustainable agriculture. Springer. Singapore, 555-572. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-6949-4_22.

ADVANTAGES AND RISKS OF GROWING CORN

Yurii SENCHYNA

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Among the most common grain crops, corn occupies a leading position in the world on an area of 187 million hectares with production of about 1 billion tons and an average yield of 5.6 t/ha. Interest in this crop is caused by high productivity and diversity of its use. The literature review of the studied sources presented in the article allows us to highlight the area of corn distribution in the world, the largest producing countries, projected production volumes, exports in recent years and the positive aspects and negative risks of its cultivation. The impact of climate change is analyzed and innovative developments obtained by foreign and domestic researchers from elements of crop cultivation technology are presented. The favorable geographical location of Ukraine and favorable weather conditions for growing corn create objective prerequisites for an alternative to ensuring grain forage balance and the economic state of the grain and livestock industry, so in recent years the sowing area has increased to 5 million hectares.

Keywords: corn, producing countries, sowing area, gross production, yield.

Отримано: 05.06.2024
Погоджено до друку: 01.09.2024

ОЗИМИЙ РІПАК: СУЧАСНІ ГІБРИДИ, ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА СПОСОБИ ПІДЖИВЛЕННЯ

Сергій ВАСИЛЕНКО, аспірант. Сумський національний аграрний університет
вул. Герасима Кондратьєва, 160, Суми, Сумська область, 40000, Україна
e-mail: sergii87y@gmail.com

У статті проведений ґрунтовний аналіз сучасних гібридів озимого ріпаку, їхньої агротехнологічної ефективності, досліджено способи підживлення з метою оптимізації вирощування цієї культури. Основну увагу приділено особливостям засвоєння поживних речовин, зокрема азоту, оскільки він є ключовим елементом для забезпечення високої продуктивності рослин та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Окремо розглянуто значення мікроелементів, таких як бор та сірка, які впливають на якість та кількість врожаю. Проаналізовано новітні підходи до підживлення ріпаку, включаючи використання макро- та мікроелементів, а також ефективність позакореневого підживлення.

У статті досліджується вплив сучасних технологій точного землеробства на продуктивність культури в умовах кліматичних змін. Показано, що технології контролю за вологістю ґрунту та системи зрошення є вирішальними для забезпечення стабільної врожайності ріпаку у різних кліматичних зонах. Висвітлено ключові аспекти адаптації гібридів до змін клімату, а також їх стійкість до стресових факторів, таких як посуха, холод та шкідники. Окрім того, вивчено вплив технологічних інновацій на підвищення економічної ефективності вирощування ріпаку, зокрема впровадження біологічного захисту рослин та сівозміни як ефективних інструментів екологічного управління аграрним виробництвом. Наголошено на важливості впровадження органічного землеробства, що забезпечує довготривалу родючість ґрунтів, мінімізує негативний вплив на довкілля та сприяє сталому розвитку аграрного сектору. Результати досліджень підтверджують, що використання інноваційних агротехнологій у поєднанні з органічними методами ведення сільського господарства дозволяє досягти не лише підвищення врожайності, але й покращення якості насіння, що має особливе значення для виробництва олії та кормів для тварин.

Ключові слова: озимий ріпак, сучасні гібриди, азотне підживлення, точне землеробство, мікроелементи, органічне землеробство, біологічний захист, зміни клімату.

Вступ

У сучасних умовах сільського господарства, що характеризуються значними кліматичними викликами та змінами, вирощування озимого ріпаку набуває все більшої популярності серед аграріїв завдяки високій врожайності та стійкості цієї культури до екстремальних умов. Сучасні наукові дослідження у сфері вирощування ріпаку зосереджені на пошуку нових гібридів, які б поєднували високу продуктивність із здатністю адаптуватися до різних кліматичних зон. Важливою складовою цих досліджень є оптимізація агротехнологічних процесів, зокрема впровадження інноваційних підходів до підживлення, що дозволяють не тільки покращити врожайність, але й зменшити залежність від хімічних засобів захисту та штучних добрив.

Результати та обговорення

Сучасні наукові дослідження у сфері вирощування озимого ріпаку спрямовані на вивчення нових гібридів і їхньої реакції на різні агротехнологічні умови. Одним із ключових аспектів є підвищення ефективності використання поживних речовин, особливо азоту, оскільки це має вирішальне значення для зниження негативного впливу на довкілля та оптимізації виробничих процесів в умовах зміни клімату. Новітні гібриди ріпаку, адаптовані до різних кліматичних зон, зокрема до середньоевропейського клімату, демонструють значні переваги з точки зору врожайності та стійкості до несприятливих факторів, що пояснюється їхньою здатністю ефективніше

Матеріали і методи

Були використані сучасні технології вирощування озимого ріпаку, серед яких: технології точного землеробства, позакореневе підживлення, зрошувальні системи та біологічні методи захисту рослин. Однією з ключових методологічних основ стало вивчення ефективності засвоєння азоту та інших мікроелементів новітніми гібридами ріпаку, що дозволило встановити взаємозв'язок між агротехнологічними практиками та врожайністю культури. Важливим аспектом досліджень стало також вивчення впливу органічного землеробства на збереження екологічної рівноваги та оптимізацію ресурсів у контексті сталого розвитку аграрного сектору.

засвоювати азот під час весняного періоду. Ця особливість сприяє підвищенню продуктивності як насіння, так і біомаси (Zhang et al., 2020).

Азот є одним із найважливіших елементів, що впливають на ріст ріпаку, а його ефективне використання є ключовою умовою для забезпечення стабільно високих врожаїв. Дослідження показують, що сучасні гібриди озимого ріпаку мають значно вищу ефективність використання азоту порівняно з традиційними сортами, що досягається завдяки здатності рослин активно поглинати азот після перезимівлі. Це дозволяє оптимізувати процеси росту та розвитку рослин, що сприяє значному підвищенню врожайності. Гібриди озимого ріпаку

також відзначаються тривалішим періодом активного росту, протягом якого спостерігається інтенсивне засвоєння азоту, що позитивно впливає на кінцеві показники врожайності (Sekun, 2008).

Ефективність використання азоту безпосередньо залежить від правильного підбору кількості та строків його внесення. Наукові дослідження свідчать про необхідність зменшення базової дози азоту восени з одночасним збільшенням весняної норми, що дозволяє краще узгодити потреби рослини з наявними ресурсами. Такий підхід мінімізує ризики забруднення ґрунтових вод і підвищує загальну ефективність використання азотних добрив (Jarecki, 2021). Важливу роль також відіграє позакореневе підживлення, яке сприяє збільшенню продуктивності ріпаку. Дослідження показують, що використання комбінованих добрив, до складу яких входять макро- та мікроелементи, значно підвищує врожайність ріпаку. Найбільшу ефективність продемонстрували такі продукти, як YaraVita Brassitrel Pro та YaraVita Bortrac, які сприяли збільшенню кількості стручків на рослинах і поліпшенню вмісту жирів і білків у насінні (Jarecki, 2021).

Особливу роль у вирощуванні ріпаку відіграють мікроелементи, зокрема бор і сірка, які суттєво впливають на якість насіння. Бор бере участь у процесах цвітіння та утворення зав'язей, тоді як сірка сприяє покращенню метаболізму в рослинах, підвищуючи їхню стійкість до стресових факторів. Використання бору в підживленні ріпаку дозволило збільшити вміст олії в насінні та підвищити загальну врожайність на 20-25% порівняно з контрольними варіантами (Jarecki, 2021).

Впровадження новітніх технологій відіграє вирішальну роль у вирощуванні ріпаку, зокрема технологій точного землеробства, що дозволяють оптимізувати використання ресурсів. Точний контроль за потребами рослин на різних етапах їхнього розвитку забезпечує ефективне використання води, добрив і засобів захисту рослин. Дослідження підтверджують, що застосування технологій точного землеробства значно підвищує врожайність ріпаку в умовах стресових факторів, таких як посуха або нестача вологи в ґрунті (Pullens et al., 2021).

Зрошувальні системи, які контролюють рівень вологості ґрунту, стають важливим інструментом для підтримання стабільної продуктивності ріпаку в різних кліматичних умовах. Контрольоване зрошення під час критичних фаз розвитку ріпаку, таких як формування стручків та дозрівання насіння, дозволяє зменшити втрати врожаю та забезпечити стабільність виробництва (Voloshchuk & Kosovska, 2021). Використання інтенсивних агротехнологій у вирощуванні озимого ріпаку має також важливе економічне значення. Застосування мінеральних добрив у поєднанні з технологіями точного землеробства дозволяє не тільки підвищити врожайність, але й оптимізувати витрати на добрива та засоби захисту рослин. Точний контроль за

кількістю азоту, внесеного під час весняного підживлення, забезпечує зниження загальних витрат на добрива без зниження врожайності, що є суттєвою перевагою для агровиробників в умовах сучасного виробництва (Zhang et al., 2020).

Позакореневе підживлення також сприяє підвищенню економічної ефективності вирощування ріпаку. Дослідження показують, що інтенсивне підживлення значно покращує якість насіння, забезпечує кращі економічні результати порівняно з традиційними методами вирощування (Jarecki, 2021).

Порівняльні дослідження продуктивності різних гібридів озимого ріпаку, а також їхньої реакції на варіації підживлення та агротехнологічні умови, підтверджують переваги гібридів, адаптованих до середньоевропейського клімату. Ці гібриди вирізняються підвищеною стійкістю до хвороб і шкідників, а також здатністю ефективніше засвоювати азот, що дозволяє підвищити врожайність за мінімальних витрат на хімічні засоби захисту рослин і добрива (Zhang et al., 2020). Гібриди з високим рівнем морозостійкості є особливо важливими для регіонів із суворими зимовими умовами, оскільки вони краще витримують зимові стреси і демонструють значно більший потенціал продуктивності після перезимівлі. Цей фактор є визначальним для регіонів, де вимерзання рослин становить значну проблему (Pullens et al., 2021).

Кліматичні умови, особливо нестача вологи під час критичних фаз розвитку рослин, таких як цвітіння та формування стручків, суттєво впливають на продуктивність ріпаку. Тому впровадження технологій контролю за рівнем вологості ґрунту стає необхідною умовою для підтримання стабільної врожайності в умовах кліматичних змін (Ahmadi et al., 2021). Позакореневе підживлення, яке включає макро- та мікроелементи, також позитивно впливає на підвищення врожайності. Використання таких продуктів, як YaraVita Brassitrel Pro і YaraVita Bortrac, сприяє збільшенню кількості стручків на рослинах, що позитивно позначається на загальних показниках врожайності (Jarecki, 2021).

Мікроелементи, зокрема бор, є вирішальними для формування якісного насіння. Бор позитивно впливає на процеси цвітіння та утворення зав'язей, а сірка підвищує метаболічні процеси, сприяючи стійкості рослин до стресових факторів (Pandi et al., 2022). Інтенсивне позакореневе підживлення сприяє збільшенню вмісту білків і жирів у насінні, особливо за умов використання бору і сірки, що не тільки покращує економічні показники вирощування, але й підвищує якість кінцевого продукту для виробництва олії та кормів для тварин.

Кліматичні зміни, включаючи підвищення температур і нестабільність опадів, мають значний вплив на продуктивність ріпаку. Це зумовлює необхідність впровадження технологій точного землеробства та іригаційних систем, що допомагають стабілізувати врожайність. Зрошувальні системи, які використовуються під час критичних фаз, таких як

цвітіння та формування стручків, дозволяють суттєво знизити втрати врожаю. Навіть за складних кліматичних умов ріпак може забезпечувати стабільну врожайність при ефективному зрошенні (Ahmadi et al., 2021). Селекційні дослідження в галузі озимого ріпаку спрямовані на розробку гібридів, які здатні витримувати несприятливі кліматичні умови, такі як посуха та екстремальні температури. Це підвищує їхню стійкість до кліматичних ризиків і здатність адаптуватися до змін у навколишньому середовищі (Zhang et al., 2020).

Переваги сучасних гібридів ріпаку полягають не тільки у високій продуктивності, але й у підвищеній стійкості до хвороб і шкідників, що зменшує потребу у використанні пестицидів і сприяє зниженню екологічного навантаження на сільськогосподарські угіддя. Гібриди, що мають підвищену морозостійкість, є важливими для успішного вирощування в регіонах із суворими зимовими умовами, оскільки вони краще витримують зимові стреси, зберігаючи високий потенціал для продуктивності після перезимівлі (Pullens et al., 2021). Важливо зазначити, що сучасні гібриди ріпаку також демонструють підвищену стійкість до поширених хвороб, таких як альтернаріоз, фомоз і біла гниль, що дозволяє зменшити потребу у використанні хімічних пестицидів і, відповідно, знизити витрати на засоби захисту рослин (Ahmadi et al., 2021).

Застосування біологічного захисту рослин набуває дедалі більшого значення. Використання природних ворогів шкідників, біопестицидів та інших екологічно безпечних методів контролю за популяціями шкідників дає можливість зменшити використання хімічних засобів захисту, що знижує навантаження на екосистему (Pullens et al., 2021). У цьому контексті сівозмінна і органічне землеробство мають ключову роль у підвищенні ефективності вирощування озимого ріпаку. Вони дозволяють покращити структуру ґрунту, зменшити накопичення патогенів і шкідників, а також знизити залежність від хімічних засобів захисту рослин, що є особливо важливим в умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва (Hoisylyuk, 2008).

Загалом, сучасні підходи до вирощування озимого ріпаку передбачають використання інноваційних технологій, поєднаних із екологічно безпечними методами управління агротехнологічними процесами. Це дозволяє не лише підвищити врожайність, але й мінімізувати негативний вплив на довкілля, сприяючи збереженню природних ресурсів і сталому розвитку аграрного сектору.

Дослідження у сфері вирощування озимого ріпаку зосереджені на оптимізації агротехнологічних процесів з метою підвищення продуктивності та зменшення екологічного навантаження на довкілля. Сучасні наукові підходи акцентують увагу на підвищенні ефективності використання поживних речовин, таких як азот, що має ключове значення для

оптимізації виробничих процесів в умовах змін клімату. Новітні гібриди ріпаку, адаптовані до різних кліматичних умов, зокрема до середньоевропейського клімату, демонструють значні переваги у стійкості до несприятливих факторів і врожайності. Переваги таких гібридів пов'язані зі здатністю ефективніше засвоювати азот після перезимівлі, що сприяє активнішому розвитку рослин та підвищенню продуктивності (Zhang et al., 2020).

Азот є основним елементом, що відіграє важливу роль у процесі вирощування ріпаку, оскільки впливає на ріст рослин і їхній метаболізм. Однак його неправильне використання може спричинити серйозні екологічні проблеми, включно із забрудненням ґрунтових вод через накопичення нітратів. Сучасні дослідження підкреслюють необхідність підвищення ефективності використання азоту шляхом зменшення обсягів його внесення та покращення умов для його засвоєння рослинами. Оптимізація строків внесення азотних добрив є одним із ключових аспектів сучасних агротехнологій. Зазвичай рекомендується зменшувати кількість азоту, що вноситься восени, та збільшувати весняні норми. Такий підхід дозволяє не лише зменшити втрати азоту через вимивання в осінньо-зимовий період, але й підвищити його ефективне засвоєння рослинами під час активного весняного росту (Jarecki, 2021).

Окрім азоту, значну роль у вирощуванні ріпаку відіграє підживлення мікроелементами, такими як бор і сірка. Ці елементи є важливими для формування якісного врожаю, оскільки вони забезпечують правильний розвиток рослин у критичні фази їхнього росту. Бор бере участь у процесах цвітіння та утворення зав'язей, впливаючи на репродуктивну функцію рослин. Його дефіцит може знизити врожайність через порушення цього процесу. Сірка, своєю чергою, є важливою для синтезу амінокислот і білків, що підвищує загальну стійкість рослин до хвороб і стресових умов. Дослідження показують, що застосування добрив із вмістом бору і сірки, таких як YaraVita Brassitel Pro, дозволяє підвищити врожайність на 20-25%, а також покращити якість насіння (Jarecki, 2021). Завдяки таким технологіям агропромисловість має змогу зменшити втрати врожаю та забезпечити стабільність виробництва, що є надзвичайно важливим у контексті глобальних змін клімату.

Ключовим напрямом розвитку аграрного сектору є впровадження технологій точного землеробства. Цей підхід базується на застосуванні сучасних технологій, які дозволяють отримувати точну інформацію про стан посівів та потреби рослин на різних етапах їхнього розвитку. Точне землеробство передбачає використання супутникового моніторингу, дронів, сенсорів для вимірювання вологості ґрунту та рівня поживних речовин. Завдяки цьому можна оптимізувати використання ресурсів, таких як вода, добрива та

засоби захисту рослин, що сприяє підвищенню ефективності агротехнологій.

Використання технологій точного землеробства для вирощування озимого ріпаку має кілька важливих переваг. Насамперед, це дозволяє зменшити витрати на добрива завдяки точному визначенню потреб рослин у поживних речовинах. Автоматизовані системи внесення добрив, що базуються на даних сенсорів, забезпечують подачу добрив у потрібній кількості в найбільш доцільний момент. Це мінімізує ризик надмірного використання азоту, що може спричинити забруднення ґрунтових вод нітратами, а також забезпечує оптимальні умови для росту рослин (Zhang et al., 2020). Друга перевага точного землеробства полягає в ефективному використанні водних ресурсів, що стає особливо важливим в умовах кліматичних змін. Зрошувальні системи, що базуються на принципах точного контролю вологості ґрунту, дозволяють мінімізувати втрати води і забезпечити рівномірне зволоження кореневої системи.

Крім екологічних переваг, точне землеробство має також значний економічний потенціал. Дослідження показують, що впровадження точних технологій дозволяє підвищити врожайність ріпаку на 10-15%, водночас зменшуючи витрати на добрива та інші ресурси на 20-30% (Pullens et al., 2021). Зниження витрат на добрива є важливою перевагою для аграріїв, зважаючи на постійне зростання їхньої ціни. Автоматизовані системи контролю за рівнем поживних речовин у ґрунті дозволяють уникнути надмірного внесення добрив, що сприяє раціональному використанню ресурсів.

Інноваційні системи моніторингу вологості ґрунту також сприяють економії водних ресурсів. Використання крапельного зрошення у поєднанні з сенсорами, які контролюють рівень вологості, дозволяє ефективно використовувати наявні водні ресурси, що є особливо важливим у регіонах із нестабільним кліматом або частими посухами. Такі системи забезпечують рівномірний розподіл вологи в ґрунті, що дозволяє уникнути як пересушування, так і надмірного зволоження рослин. Це сприяє стабільному росту ріпаку навіть за складних кліматичних умов (Ahmadi et al., 2021).

Кліматичні зміни є важливим викликом для сільського господарства, зокрема для вирощування озимого ріпаку. Підвищення температур, нестабільність опадів та часті посухи вимагають нових підходів до управління ресурсами і забезпечення адаптації до нових умов. Адаптація гібридів до кліматичних змін стає ключовим завданням для селекціонерів. Сучасна селекційна робота спрямована на створення гібридів, здатних витримувати екстремальні кліматичні умови, включно з посухами, високими температурами та нестабільними опадами. Гібриди, адаптовані до умов посухи, демонструють поліпшену здатність до збереження вологи в тканинах, що дозволяє рослинам забезпечувати стабільний ріст навіть за нестачі води.

Дослідження показують, що такі гібриди мають потенціал для забезпечення стабільної врожайності навіть за умов значних кліматичних коливань (Pullens et al., 2021).

Важливим напрямом розвитку агротехнологій є також впровадження біологічних методів захисту рослин, що стає актуальним у зв'язку з посиленням екологічних вимог до сільського господарства. Біологічні методи захисту рослин включають використання природних ворогів шкідників або біопестицидів на основі бактерій, грибів чи рослинних екстрактів. Це дозволяє зменшити використання хімічних засобів захисту рослин і знизити негативний вплив на екосистеми. Біологічні методи є екологічно безпечними і можуть бути ефективними у контролі за популяціями шкідників, що допомагає зберегти біорізноманіття та підвищити стійкість агроекосистем.

Сівозміна є ще одним важливим елементом сталого землеробства, що сприяє збереженню родючості ґрунтів і запобігає їх виснаженню. Ріпак часто використовується в сівозмінах як культура, що покращує структуру ґрунту та збагачує його органічними речовинами. Використання ріпаку у сівозмінах з іншими культурами, зокрема зерновими, дозволяє зменшити накопичення патогенів і шкідників, що є важливим для інтенсивного сільського господарства. Використання монокультури може призвести до деградації ґрунтів і зниження врожайності, тому сівозміна з ріпаком є ефективним інструментом для збереження екологічної рівноваги.

Органічне землеробство, що передбачає використання органічних добрив та біологічних методів захисту рослин, відіграє важливу роль у збереженні сталого розвитку аграрного сектору. Хоча органічні добрива мають меншу концентрацію поживних речовин порівняно з мінеральними, вони сприяють покращенню структури ґрунту та його родючості на тривалий час, що допомагає зменшити залежність від хімічних добрив і мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище (Zhang et al., 2020).

Кліматичні зміни стають дедалі серйознішою загрозою для сільськогосподарського виробництва, включаючи вирощування озимого ріпаку. Підвищення середньорічних температур, нестабільність опадів і часті посухи диктують потребу в нових підходах до управління ресурсами та адаптації до мінливих кліматичних умов. Одним із головних аспектів, на який звертається увага в цьому контексті, є впровадження стійких систем землеробства, які можуть забезпечити збереження врожайності навіть за несприятливих погодних умов. Такі системи стають основою для забезпечення продовольчої безпеки, оскільки дозволяють зменшити залежність від погодних змін і стабілізувати виробничі процеси в аграрному секторі.

Селекційна робота в галузі озимого ріпаку спрямована на розробку гібридів, здатних

витримувати екстремальні кліматичні умови, включаючи стійкість до посухи, високих температур і нерегулярних опадів. Впровадження таких гібридів дозволяє забезпечити більшу адаптивність рослин до нових кліматичних реалій. Гібриди, які адаптовані до умов посухи, демонструють покращену здатність зберігати вологу в тканинах рослин, що дозволяє стабілізувати ріст і розвиток навіть у разі браку води. Дослідження підтверджують, що такі гібриди мають великий потенціал для забезпечення стабільної врожайності навіть за умов суттєвих коливань кліматичних умов (Pullens et al., 2021). Ефективність цих гібридів стає особливо важливою в регіонах, де кліматичні зміни найбільше впливають на аграрне виробництво. Їх використання стає одним із основних напрямів забезпечення стійкості аграрної галузі.

Біологічні методи захисту рослин також набувають дедалі більшої популярності в умовах підвищення екологічної свідомості суспільства і посилення нормативних вимог щодо застосування хімічних пестицидів. Сучасні аграрні технології все частіше звертаються до екологічно безпечних методів захисту рослин від шкідників і хвороб. Біологічні методи включають використання природних ворогів шкідників, а також біопестицидів на основі бактерій, грибів чи рослинних екстрактів. Застосування таких методів дозволяє значно зменшити використання хімічних засобів захисту рослин, що знижує навантаження на екосистему та сприяє збереженню біорізноманіття. Крім того, біологічний захист рослин є не лише екологічно

Висновки

Вирощування озимого ріпаку є ефективним і перспективним напрямом для сільського господарства, оскільки воно поєднує високу врожайність із потенціалом збереження екологічного балансу. Використання сучасних гібридів, адаптованих до змін клімату, дозволяє значно підвищити продуктивність сільськогосподарського виробництва і зменшити залежність від несприятливих погодних умов, що робить ріпак особливо перспективною культурою. Однак для досягнення максимальних результатів необхідно впроваджувати інноваційні технології, зокрема системи точного землеробства та контрольоване зрошення, які дозволяють оптимізувати використання ресурсів та підвищити ефективність виробництва.

Не менш важливим аспектом є увага до екологічних факторів вирощування ріпаку, що

безпечним, але й економічно вигідним, оскільки дозволяє знизити витрати на хімічні засоби захисту.

Сівозміна є одним із найважливіших інструментів сталого землеробства, оскільки запобігає виснаженню ґрунтів і сприяє збереженню їхньої родючості. Використання ріпаку в системах сівозміни допомагає покращити структуру ґрунту і збагатити його органічними речовинами, що особливо важливо в інтенсивному сільському господарстві. Монокультура, яка передбачає безперервне вирощування однієї й тієї самої культури, часто призводить до деградації ґрунтів, зниження їхньої родючості та накопичення патогенів і шкідників. Застосування ріпаку у сівозмінах, особливо з зерновими культурами, дозволяє зменшити ці негативні явища, оскільки ріпак активно збагачує ґрунт органічними речовинами, покращує його структуру і підвищує стійкість до ерозії.

Органічне землеробство, що базується на використанні органічних добрив і біологічних методів захисту рослин, також відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку аграрного сектору. Органічні добрива, такі як гній і компост, мають меншу концентрацію поживних речовин порівняно з мінеральними добривами, однак їхня дія тривала, і вони сприяють збереженню родючості ґрунтів у довгостроковій перспективі. Застосування органічних добрив також допомагає покращити структуру ґрунту, оскільки вони збільшують його здатність утримувати вологу і знижують ризик ерозії.

включає зменшення використання хімічних добрив і пестицидів на користь органічних і біологічних методів захисту рослин. Такий підхід не лише сприяє підвищенню врожайності, але й мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище, що стає дедалі актуальнішим в умовах глобальних екологічних викликів. У майбутньому слід продовжувати дослідження, спрямовані на адаптацію сільського господарства до змін клімату, розробляти нові гібриди ріпаку, які поєднують високу продуктивність зі стійкістю до екстремальних погодних умов. Це забезпечить не тільки стабільність сільськогосподарського виробництва, але й збереже економічну доцільність вирощування ріпаку для аграрних підприємств, що особливо важливо в умовах сучасного ринку.

Список використаної літератури

Ahmadi Kalantar, S.A.; Ebadi, A.; Daneshian, J.; Siadat, S.A. & Jahanbakhsh, S. (2016) Effect of drought stress and foliar application of growth regulators on photosynthetic pigments and seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L. cv. Hyola 401). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 18, pp. 196–217.

Hoisalyuk, Ya. (2008) Zakhyst posiviv ozymoho ripaku vid shkidlyvykh orhanizmiv [Protection of winter

rapeseed crops from harmful organisms]. *Visnyk L'vivskoho natsional'noho ahromoho universytetu: Ahronomiya*. No. 12(1), pp. 131–135. (in Ukrainian)

Jarecki, W. (2021) The reaction of winter oilseed rape to different foliar fertilization with macro- and micronutrients. *Agriculture*, 11(6), p. 515. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060515>

Pandi, W. et al. (2022) A review of erucic acid production in Brassicaceae oilseeds: Progress and prospects for the genetic engineering of high and low-erucic acid rapeseeds (*Brassica napus*). *Frontiers in Plant Science*, 13. doi.org/10.3389/fpls.2022.899076

Pullens, J.W.M.; Sharif, B.; Trnka, M.; Balek, J.; Semenov, M.A. & Olesen, J.E. (2019) Risk factors for European winter oilseed rape production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 272–273, pp. 30–39. doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.03.023

Sekun, M.P. (2008) *Tekhnolohiya vyroshchuvannya i zakhystu ripaku* [Technology of rapeseed cultivation and protection]. Kyiv : Urozhay, 113 p. (in Ukrainian)

Voloshchuk, O.P. & Kosovska, R.Yu. (2012) *Produktyvnist sortiv ta hibrydiv ripaku ozymoho vitchyznyanoi y zarubizhnoi selektsiyi pry vyroshchuvanni v umovakh zakhidnoi chastyny Lisostepu* [Productivity of winter rapeseed varieties and hybrids of domestic and foreign breeding under conditions of the western part of the Forest-Steppe]. *Posibnyk ukraïny'koho khliboroba: nauk.-prakt. shchorichnyk*. Vol. 2, pp. 283–284. (in Ukrainian)

Zhang, Y.; Lu, P.; Ren, T.; Lu, J. & Wang, L. (2020) Dynamics of growth and nitrogen capture in winter oilseed rape hybrid and line cultivars under contrasting nitrogen supply. *Agronomy*, 10, p. 1183. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081183>

Vyshnevskiy P.I., Sytnyk I.D., Antonik I.P. (2001). *Vyrobnytstvo ozymoho ta yarooho ripaku v Lisostepu Ukrainy* (Production of winter and spring rape in the Forest-Steppe of Ukraine). Kyiv, tov. Znannia Ukrainy, 34 p. (in Ukrainian).

The Biology of *Brassica napus* L. (canola): Australian Government Office of Gene Technology visit Version 2: February, 2008, pp. 59. Available at: ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/canola.

Jack Brown, Jim B. Davis, Mary Lauver and Don Wysocki Jack. U.S. Canola Association Canola Growers Manual: University of Idaho & Oregon State University. July 2008, pp. 71.

Farahbakhsh, H., Pakgohar, N., & Karimi, A. (2006). Effects of nitrogen and sulphur fertilizer on yield, yield components and oil content of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 5, 112–115. doi: 10.3923/ajps.2006.112.115.

Balodis, O., & Gaile, Z. (2011). Winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) autumn growth. In *Proceedings of the annual 17th international scientific conference research for rural development* (6–12). Jelgava: Latvia University of Agriculture.

Matsera, O.O. (2020). Influence of elements of growing technology on plant development, yield and quality of winter rapeseed. *Danish Scientific Journal*, 36(2), 7–15

Garbar, L.A., Yatsyshina, T.P., & Samoliuk O.P. (2018). Effect of fertilizer on overwintering of winter rapeseed. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 74–77. doi: 10.31210/visnyk2018.01.12.

Jankowski, K.J., & Sokólski, M. (2018). The effect of a micro-granular starter fertilizer on the biomass quality of winter oilseed rape. *Journal of Elementology*, 23, 1243–1255. doi: 10.5601/jelem.2018.23.1.1634.

WINTER RAPESEED: MODERN HYBRIDS, GROWING TECHNOLOGIES AND METHODS OF NUTRITION

Serhii VASYLENKO, Sumy National Agrarian University

In the article, a thorough analysis of modern winter rapeseed hybrids, their agrotechnological efficiency, and methods of fertilizing with the aim of optimizing the cultivation of this crop were investigated. The main attention is paid to the peculiarities of assimilation of nutrients, in particular nitrogen, as it is a key element for ensuring high plant productivity and reducing the negative impact on the environment.

The importance of trace elements such as boron and sulfur, which affect the quality and quantity of the harvest, is considered separately. The latest approaches to rapeseed feeding, including the use of macro- and micronutrients, as well as the effectiveness of foliar feeding, were analyzed.

The article also examines the impact of modern technologies of precise agriculture on crop productivity under climate change conditions. It is shown that soil moisture control technologies and irrigation systems are crucial to ensure stable rapeseed yields in different climate zones. Key aspects of adaptation of hybrids to climate change are highlighted, as well as their resistance to stressors such as drought, cold and pests. In addition, the impact of technological innovations on increasing the economic efficiency of rapeseed cultivation was studied, in particular, the introduction of biological plant protection and crop rotation as effective tools of ecological management of agricultural production. The importance of implementing organic farming, which ensures long-term soil fertility, minimizes the negative impact on the environment and contributes to the sustainable development of the agricultural sector, is emphasized. Research results confirm that the use of innovative agricultural technologies in combination with organic farming methods allows to achieve not only an increase in yield, but also an improvement in the quality of seeds, which is of particular importance for the production of oil and animal feed.

Keywords: winter rapeseed, modern hybrids, nitrogen fertilization, precise farming, trace elements, organic farming, biological protection, climate change.

Отримано: 05.06.2024

Погоджено до друку: 28.08.2024

INFLUENCE OF FERTILIZER SYSTEMS ON BIOMETRIC INDICATORS AND POTATO YIELD

Volodymyr KOROL, postgraduate student

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115, Ukraine

e-mail: volodymyr.korol.20@gmail.com

The article presents the results of experimental studies of the influence of different fertilization systems, including mineral, organic-mineral and organic fertilizers, on the development of the vegetative mass of potato plants and the yield accumulation of varieties of different maturity groups concerning the soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe. It was established that the highest yield indicators on the 80th day after planting were obtained on variants with the introduction of biohumus fertilizer (4.0 t/ha) of the Legend variety, where the weight of the tubers was 0.526 kg and, accordingly, the yield was 28.9 t/ha. In the Slauta variety by introducing dry granulated chicken manure (0.5 t/ha), tuber weight was 0.543 kg and yield – 29.8 t/ha. In all other variants of the experiment for the varieties Legend and Slauta, there was a decrease in yield indicators compared to the 60th day, which, in our opinion, is caused by weather conditions, namely a large amount of precipitation, which caused rotting of potato tubers.

Keywords: potatoes, fertilizers, vegetative mass, assimilation surface, productivity.

Introduction

The potato growing industry is constantly at the centre of attention not only of scientists but also of producers and requires constant improvement in the application of new varieties and improved elements of the technological process (Shuvar I. A. et al., 2021).

Some domestic scientists (Burbela M., 1995; Tarariko O. H. et al., 1999) do not share the requirements of ecologically safe agriculture in terms of a complete refusal to use mineral fertilizers of synthetic origin because there is a problem with ensuring the return of nutrients that are alienated by the crop. Oppositely – mineral fertilizers, pesticides and other chemical or biological means of improving soil fertility, and hence increasing the yield of crops, are not recommended also because, with the incorrect use of both types of fertilizers, the influence of one and the other can only increase the soil deterioration.

In recent years, Ukrainian and foreign scientists have developed and implemented various biotechnologies for the processing of organic waste from poultry farms and livestock farms, secondary products of crop production, as well as additional components – peat, sapropel, sludge, sludge from sewage treatment plants, waste from the processing of tanneries and production plants of sugar and alcohol industry, meat processing plants and organic waste of other origins into high-quality organic fertilizers, are gaining wide scale. These fertilizers can be obtained by introducing the method of vermiculture into production, accelerated biological fermentation in fermenters or open sites, and other methods. They have the general name – high-quality and highly effective micro biotransformed organic fertilizers. They successfully undergo research in field experiments and implementation in the production of agricultural products. Research has established their positive impact on the agrophysical and microbiological properties of the soil, increasing the productivity of crops and quality

indicators (Bykin A. V. et al., 1999; Khabovskyi A. M., Plekhtii D. P., 2000; Hnydiuk V. S. et al., 2010).

Vermiculture and vermicomposting represent the safest, from the point of view of environmental friendliness, biotechnology for the processing and disposing of organic or organic-containing production waste. Widespread promotion and implementation among owners of small households of the technology of processing organic waste with the help of red rainworms and other populations of worms is gaining momentum. This will make it possible for the benefit of the population and the environment to accelerate the transformation of waste from summer cottages and homesteads to organic waste from households, based on which they will be able to grow high-quality products without harm to health and without the use of mineral fertilizers and pesticides (Edwards C., 2018).

The staff of the "Bioconversion" association initiated the theoretical and practical implementation of industrial vermiculture in Ukraine, and with their support, vermiculture was established in all regions of our country.

In cooperation with scientific institutions, scientists of the association have developed technologies for processing organic waste and producing high-quality biohumus from almost all types of organic waste. The main direction of the work was the creation of humic preparations and the use of worm biomass in the processing of livestock, poultry and animal husbandry waste (Melnik I. P. et al., 2015).

Researches have carried out several studies on the impact of organic fertilizers on the yield and quality of crops the results of which have established the high efficiency of using organic fertilizer humus. Scientists have established that biohumus fertilizer, applied at a dose of 3.0-9.0 t/ha, increased agricultural crop yield by 15-40 %, significantly improving economically valuable indicators of the production. Industrial biotechnological

processing with the help of vermiculture, in their opinion, turns into a new branch of production that will be able to solve the problems of protein deficiency of animal origin while simultaneously improving soil fertility (Bykin A. V. et al. 1999; Povkhan M. F., 1990; Melnyk I. P., 2010).

Using biohumus fertilizer of organic origin for fertilizing fields significantly reduces the costs of cattle manure transportation. Depending on the culture being grown, applying 20.0-40.0 t/ha of manure is recommended, but only 3.0-8.0 t/ha of biohumus for many crops. It is possible to achieve the same effect. According to research, applying biohumus on degraded soils contributes to creating better conditions for developing the vegetative mass of plants, which are close to natural ones (Melnyk I. P., 2010).

Research by several scientists has established that new organic fertilizers can significantly increase the yield in rural areas and significantly improve the quality parameters of the agricultural products grown. Studying the effect of biohumus organic fertilizers on corn, it was established that the application of fertilizer at a dose of 5.0-6.0 t/ha had a positive effect on the growth and development of plants, improved their biometric indicators and increased the yield of the crop by 32.0-46.0 % (Melnyk I. P. et al., 2015).

According to research data on the use of organic fertilizer biohumus in greenhouse farming, an increase in the yield of vegetables by 27.0-45.0 %, an improvement in the quality indicators of products by 15.0-30.0 %, and a decrease in the content of nitrates in vegetable products were noted.

Field studies to determine the effect of different doses of biohumus (3.0, 6.0 and 9.0 t/ha) applied by the pre-sowing cultivation for the cultivation of table beets, carrots, and cabbage showed that the optimal dose of organic fertilizer biohumus for table beets is 6.0 t/ha, for carrots – 3.0 t/ha. The increase in the yield of root crops compared to the control was 51.9 % and 43.4 %. The most effective biohumus organic fertilizer dose for white cabbage is 6.0 t/ha with a maximum yield increase of 38.0 % (Kolishnyk N. M. et al., 2016).

The pre-sowing application of organic fertilizer biohumus in the conditions of Moldova showed a positive effect in the experiments of V. Karageorghii with the culture of sweet pepper, where the optimal dose of 6.0 t/ha ensured a yield increase of almost 70.0 % (Kolishnyk N. M. et al., 2016).

A study on the effectiveness of the use of organic fertilizer biohumus for such crops as winter wheat, soybeans, corn for grain, tomatoes, carrots, potatoes, cabbage and cucumbers, conducted by A. Shoniya, showed that the yield of the listed crops increased on average by 27.0-65.0 % compared to the control versions of the experiment.

Local application of organic fertilizer biohumus under early cabbage and sweet pepper was efficient and showed the most appropriate dose application of 100 g per pit, which contributed to increasing the yield of pepper by 72.5 % and early cabbage – by 41.6 %.

Several authors state the essential role of organic fertilizer biohumus in soil protection and biological agriculture. Studies on the effectiveness of the use of this fertilizer for agricultural use have shown the effect of improving the quality and fertility of grey forest soils and have shown that the application of 5.0-8.0 t/ha of fertilizer is equal to the application of 25.0-35.0 t/ha of organic fertilizers (Tsentylo L. V. et al., 2016). Introduction of organic fertilizer biohumus, made by the method of vermiculture from sunflower husks, provided a high effect in compliance with the cultivation technology and showed an increase in the yield of tomatoes by 7.7 t/ha when applying a dose of 6.0 t/ha.

Biohumus is rich in bacterial flora. The large amount of biologically active substances contained in biohumus as well as the primary nutrients (NPK), without taking into account the total microelements, shows that 1 ton of biohumus is equivalent to 30.0-40.0 t of organic fertilizers in the form of manure (Shuvar I. A., Snitynskyi V. V., Balkovskiy V. V., 2011). Studies conducted in Ukraine and the USA show the high efficiency of humus. Crops such as sugar beets and potatoes increased yield to 20.0-30.0 %, and vegetables of the borscht set – up to 30.0-50.0 %.

Thus, according to the data of the mentioned scientific research, the promotion of modern technology is necessary since it is the basis for soil and plant health, increases productivity and quality of products, improves the environment and rises the level of agricultural industry.

Studies conducted in the USA have shown the high efficiency of Fermway fertilizer. The economic effect in terms of costs and increase in fertility – up to 25.0 % by applying two tons of fertilizers (equivalent to applying 13.0 tons of organic matter). The use of a dose of 3.0-5.0 t/ha for crops, depending on the properties of the soil and the cultivated crop, gave significant results during the research.

Using Fermway fertilizer made it possible to successfully fight against soil pests, particularly nematodes, which made it possible to obtain a significant economic effect. For example, in Colorado (USA), on one of the farms, the cost of fertilizer savings amounted to 40 USD per 1 hectare of planting area.

The advantages of the technology are the following factors: the relatively short duration of the processes themselves; independence from weather and climate conditions; the ability to control the process of preparation of the substrate itself, parameters and regimes of composting and fermentation; the possibility of obtaining a finished product (fertilizer) with given physical and mechanical properties (Hnydiuk V. S. et al., 2010).

Based on the developed technology, scientists of the "Bioconversion" association at the "Lviv Regional Fish Farm" LLP built a complex for producing bioactive organic fertilizer with a productivity of 10,000 tons annually. The technology of organic fertilizers production, based on the method of biological fermentation, has been introduced in such farms as

PE "DVK Bioz-Volyn" of the Volyn region and LLC "Bioz Khorost" of the Khmelnytsky region (Kolisnyk N. M. et al., 2016).

However, this technology did not make it possible to carry out high-quality and timely aeration and moistening of composts with the mechanisms available in the enterprise, and the obtained biocompost had a high cost. Considering soil, climatic and economic conditions, implementing biological fermentation technology in open areas requires specific improvement and development of more optimal elements of the technological production process. Therefore, from 2013 to 2018, at agricultural company "Kolos" LLC several experimental and industrial studies have been conducted in village Pustovarivka of Skvytsky district, Kyiv region. In producing organic fertilizers with the help of composting, an element of accelerated fermentation under aerobic conditions with microbial preparations is introduced for each separate phase of composting. Several composting schemes were developed in aerobic conditions using biological preparations to obtain full-fledged fertilizers that meet the requirements of the quality parameters of organic fertilizers for their further use in traditional and organic agriculture.

In this farm, 15,000-20,000 tons of such fertilizers are applied to the fields annually, and a high yield of crops is obtained with a reduction in the costs of purchasing mineral fertilizers and plant protection products (Sendetskyi V. M. et al., 2009).

Research on sod-podzolic, heavy loamy soils to study the effectiveness of using bioprofarm organic fertilizers for its application under winter wheat, was conducted. It was found that doses from 3.0 to 10.0 t/ha increased yield by 1.78-2.84 t/ha, and the highest – 2.84 t/ha compared to the control was on the option for applying 10.0 t/ha of bioprocessed fertilizer.

Applying this organic fertilizer at a dose of 6.0 t/ha made it possible to obtain an increase in yield of 2.53 t/ha compared to the control option and 0.75 t/ha more than in the option with 30 t/ha of cattle manure. An increase in the nutrient regime of the soil, its enrichment with organic substances and improvement of physical and agrochemical properties were also noted. The application of bioprocessed fertilizer increased the content of protein and gluten in the obtained grain, and the best indicators were obtained with the application of fertilizers at a dose of 10.0 t/ha. On average, over 3 years of research, the content of protein and gluten was, respectively, by 1.17 and 3.77 % higher than in control and by 0.8 and 2.74 % higher in the variant with the application of 30 t/ha of manure (Hnydiuk V. S. et al., 2010).

The introduction of bioprofarm organic fertilizer in enterprises is reasonably practical in ensuring an increase in the yield of crops and improving soil fertility. Thus, during the 2010 harvest, "Bioz Khorost" LLP of the Khmelnytskyi region used bioprofarm organic fertilizer for pre-sowing cultivation at 10.0 t/ha on 40 ha. Despite the unfavourable weather conditions of the research year (significant drought with an excess of the

average monthly temperature conditions by 1.5-2.0 times), 6.12 tons of winter wheat were harvested from each hectare, and the yield increase was 2.28 tons/ha. Which made it possible to obtain an additional profit of 3,648 hryvnias from one hectare of land (Shuvar I. A. et al., 2015).

Bioactive organic fertilizer is a nutrient element in technology, used in agricultural enterprises of FG "VIBO", FG "LIM", Kamianko-Busky district, TzOV "Svirzh", PP "Deviatyr" and POP "Viktoria" of Lviv district, FG "Mech" and FG "Sermishagro" of Zolochiv district, FG "Revera" and FG "Mriya" of Stryi district, FG "Elegant", Novoiavorivskyi district, FG "Buchok" of Sambir district, PE "Zakhidnyi Buh" of Chervonograd districts of Lviv region for growing winter cereals, corn, sugar beets, vegetables and other crops. Yield and economically valuable indicators were high, and use was economically justified (Sendetskyi V. M. et al., 2010).

The study of the effect of organic fertilizer from bioproferms on the accumulation of agricultural crop yields and the quality of products on the sod-medium podzolic sandy soils typical for Western Polissia, conducted in 2010-2011 by scientists of the Volyn SARS of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences. The results of the phytopathological evaluation showed that the lowest degree of damage to potato plants by late blight was detected in the option of applying bioproferm at a dose of 10.0 t/ha (continuous application) and 5.0 t/ha (local application directly under the plant). It has been established that due to several microelements in its composition, the potato plants resistance increases, and therefore, the degree of damage by the disease is much lower compared to the application of other fertilizers. The highest increase in the yield of potatoes was established on the option of applying fertilizer at a dose of 10.0 t/ha, which amounted to 16.6 t/ha, and with the local application of bioproferm at a dose of 5.0 t/ha, the increase was 12.3 t/ha of the obtained product.

Therefore, on the soils of the light granulometric composition of the Western Polissia zone, the introduction of bioproferm increases the resistance of plants to the development of diseases with the increased formation of potato yields of high-quality indicators (Hnydiuk V. S. et al., 2015).

In 2012–2013, scientists of the Institute of Climate-oriented Agriculture conducted a study of the effect of organic fertilizer from bioproferms on the productivity and quality of tomatoes and changes in the fertility indicators of dark chestnut soils under irrigation conditions. According to the research results, on the version with the introduction of bioproferm at a dose of 5.0 t/ha, a later onset of the phases of flowering and fruit formation was noted (by 3-4 days). In this variant, the plants developed a more powerful vegetative mass with a 6-10 cm height of the main stem and a more significant number of lateral shoots (by 18-23%) compared to the control variant. At the same time, it should be noted that the beginning phase of fruit ripening occurred at the

same time as all in options of the conducted study. The application of bioproferm contributed to a better fruit setting for tomato plants. Thus, after applying 2.5 t/ha of fertilizer, there were an average of 69 fruits on one plant, and after applying 5.0 t/ha – 91 fruits on one plant, which exceeded the control variant by 13.5 and 49.0 %, respectively (Kolishnyk N. M. et al., 2015).

Materials and methods

The Western Forest-Steppe is favourable for growing potatoes according to natural and climatic conditions. However, even within the same region, such meteorological conditions are created that determine the difference in yield by year because its formation is significantly influenced by the total amount of precipitation and its uniform (statistical average) distribution during the growing season of plants.

Field research was conducted in the fields of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences in the crop rotation of the Crop Selection Department according to generally accepted methods in potato growing (Sygareva D. D., 1986; Kutsenko V. S. et al., 2002; Trybel S. O. et al., 2013; Bondarchuk A. A. et al., 2019), experimental data were processed using the Microsoft Excel program (Ehrmantraut E. R. et al., 2018).

Results and discussion

One of the indicators of the full development of potato plants and the increase in their productivity is the growth of plants' vegetative mass (leaves and stems). With the optimal passage of these processes, the daily growth rate of potato tubers is maximal. The number of stems significantly influences the formation of the final

The soils under the experiments were grey forest surface-glazed coarse silt-light loam on loess-like sediments. They are not homogeneous in terms of the profile of their mechanical composition, and their hydration regime largely depends on this. The upper horizons' humidity should be higher than the lower ones. For this reason, soils in rainy seasons or years with a large amount of precipitation are subject to excessive moistening and glaciation. In dry years, they are sufficiently supplied with productive moisture. In addition, groundwater, the depth of which ranges from 1.5 to 1.8 m, greatly influences glaciation.

Based on the agrochemical analyses conducted, it was established that the soils under the experiments are poor in humus by 1.58-1.67%, have an acidic reaction of the soil solution (pH 4.80-5.17), the sum of absorbed bases is 6.20-7.22, hydrolytic acidity – 2.87-3.29 mg equiv per 100 g of soil.

The Western Forest-Steppe belongs to the zone of sufficient moisture, where 350-390 mm of precipitation falls during the growing season, enough to obtain a high yield of potatoes. However, in some years, it happens that during the period of greatest need of plants for water supply, precipitation does not fall, or vice versa – it falls at a time when potato plants need less moisture. That is, there is no uniform moisture distribution during the growing season of potatoes.

yield of potatoes in the formed bush, where each stem, in the process of growth and development, becomes an independent plant with its root system and forms tubers. Research data indicate that such factors as the dose of fertilizers and their composition variety affected potato plants' stem density (Tables 1, 2).

Table 1. Biometric indicators of the Legend variety on the 60th day after planting, 2023-2024

№	Research options	Vegetative mass:			assimilation surface, thousand m ² /ha
		stem, pcs	stem weight, g	stem height, cm	
1	No fertilizers (control)	4,0	374,0	72,0	31,9
2	Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,6	287,0	94,0	55,0
3	Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	5,3	370,0	84,0	45,0
4	Manure, 40 t/ha	5,6	430,0	87,0	43,8
5	Granulated chicken manure, 0,5 t/ha	5,6	430,0	87,0	43,8
6	Biohumus, 4.0 t/ha (local)	11,0	724,0	100,0	45,5
7	Bioactive, 8.0 t/ha (local)	4,7	240,0	77,0	39,0

So, we can see that on the options without fertilizers (control) and with the introduction of the recommended dose of fertilizers N₉₀P₉₀K₁₂₀, the average number of stems in the years of research under dynamic digging on the 60th day after planting was 4.0 and 4.3, respectively, of the cultivated varieties – 4.6 pcs.

Therefore, on average, the most significant number of stems in a bush, concerning the Legend variety, was due to the application of biohumus (4.0 t/ha) - 11.0 pieces, and in the Slauta variety, when applying manure (40.0 t/ha) was, respectively, 6.0 pcs.

Table 2. Biometric indicators of the Slauta variety on the 60th day after planting, 2023-2024

№	Research options	Vegetative mass:			assimilation surface, thousand m ² /ha
		stem, pcs	stem weight, g	stem height, cm	
1	No fertilizers (control)	4,0	120,0	47,0	30,3
2	Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,3	310,0	68,0	51,0
3	Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,3	153,0	45,0	35,0
4	Manure, 40 t/ha	6,0	303,0	70,0	46,2
5	Granulated chicken manure, 0,5 t/ha	4,7	377,0	74,0	53,9
6	Biohumus, 4.0 t/ha (local)	4,7	294,0	76,0	45,5
7	Bioactive, 8.0 t/ha (local)	3,7	271,0	68,0	41,0

According to the study results, the average potato leaf surface area indicators in the variant without fertilizers (control) were 31.9 thousand m²/ha in the Legend variety and 30.3 thousand m²/ha in the Slauta variety, respectively. With the recommended dose of N₉₀P₉₀K₁₂₀ fertilizers, the leaf surface area of these varieties was, respectively, 55.0 and 51.0 thousand m²/ha.

The highest indicator of the leaf surface area of potato plants was noted on the variant with the introduction of granulated chicken manure, which was 53.9 thousand m²/ha for the Slauta variety, and for the medium-ripening Legend variety, the highest indicator of the leaf surface area was noted with the introduction of manure 40 t/ha + the recommended dose of

fertilizers N₉₀P₉₀K₁₂₀, and amounted to 55.0 thousand m²/ha, respectively.

As a result of the research, it was established that in the version without fertilizers (control) in the Legend variety, with an average weight of tubers per bush of 0.334 kg, the yield was 18.4 t/ha, and in the Slauta variety, the average weight of tubers was 0.387 kg and, accordingly, the yield was 21.2 t/ha.

On the variant with manure application of 40.0 t/ha and the recommended dose of N₉₀P₉₀K₁₂₀ fertilizers, the weight of the tubers was 0.423 kg in the Legend variety, in the Slauta variety it was 0.543 kg, respectively. The yield was 23.2 and 29.8 t/ha accordingly (Table 3, 4).

Table 3. Dynamic digging of the Legend variety on the 60th day after planting, 2023-2024

№	Research options	Potatoes:								yield, t/ha
		large		medium		small		total		
		pcs	g	pcs	g	pcs	g	pcs	g	
1	No fertilizers (control)	0,6	64	4,7	257	1,0	13,3	6,3	334	18,4
2	Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1,0	110	5,7	303	1,7	17	8,4	423	23,2
3	Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0,3	37	4,7	194	4,7	64	9,7	294	16,2
4	Manure, 40 t/ha	1,3	133	5,0	240	3,7	57	10,0	430	23,2
5	Granulated chicken manure, 0,5 t/ha	1,3	135	5,0	242	3,8	59	10,0	440	23,6
6	Biohumus, 4.0 t/ha (local)	1,3	134	6,4	310	5,0	84	12,7	526	28,9
7	Bioactive, 8.0 t/ha (local)	0,6	67	3,7	180	1.4	30	5,7	277	15,7

The highest yield indicators were on the 60th day after planting variants with the introduction of biohumus (4.0 t/ha) in the Legend variety, where the weight of the tubers was 0.526 kg, and the yield was 28.9 t/ha. In the Slauta variety by the granulated chicken manure application, tuber weight was 0.543 kg and at yield of 29.8 t/ha.

When growing potatoes, the application of agrotechnological measures should be optimal and

timely, which significantly impacts the quality indicators of the obtained harvest and the final yield of potatoes. An essential factor for obtaining a high yield of potatoes, first of all, is the level of plant nutrition, that is, the dose of fertilizers that will ensure a significant accumulation of the harvest concerning the varieties of different maturity groups that are planned to be grown.

Table 4. Dynamic digging of the Slauta variety on the 60th day after planting, 2023-2024

№	Research options	Potatoes:								yield, t/ha
		large		medium		small		total		
		pcs	g	pcs	g	pcs	g	pcs	g	
1	No fertilizers (control)	1,3	120	4,3	203	4,7	64	10,3	387	21,2
2	Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,0	363	3,7	147	2,7	34	9,0	543	29,8
3	Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0,3	27	2,7	140	1,7	30	4,7	197	10,8
4	Manure, 40 t/ha	2,0	160	6,7	267	6,0	50	14,7	477	26,2
5	Granulated chicken manure, 0,5 t/ha	3,0	327	4,0	170	5,0	40	12,0	543	29,8
6	Biohumus, 4.0 t/ha (local)	2,0	233	3,0	130	2,3	27	7,7	390	21,4
7	Bioactive, 8.0 t/ha (local)	1.4	114	4.7	240	2.7	33	8.7	387	21.2

By carrying out dynamic digging on the 80th day, it was established that the highest yield rate, both in the Legend variety and in the Slauta variety, was noted with the introduction of bioactive fertilizer (8.0 t/ha (local))

and manure (40 t/ha). Respective to the varieties, the weight of tubers was 0.547 kg and 0.690 kg, while the yield was 28.8 and 38.0 t/ha (tables 5, 6, 7, 8).

Table 5. Biometric indicators of the Legend variety on the 80th day after planting, 2023-2024.

№	Research options	Vegetative mass:			assimilation surface, thousand m ² /ha
		stem, pcs	stem weight, g	stem height, cm	
1	No fertilizers (control)	4,0	117,0	93,0	30,3
2	Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,6	320,0	87,0	51,0
3	Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	5,3	125,0	55,0	35,0
4	Manure, 40 t/ha	5,6	240,0	80,0	46,2
5	Granulated chicken manure, 0,5 t/ha	5,6	77,0	63,0	53,9
6	Biohumus, 4.0 t/ha (local)	11,0	160,0	73,0	45,5
7	Bioactive, 8.0 t/ha (local)	4,7	333,0	95,0	41,0

Table 6. Dynamic digging of the Legend variety on the 80th day after planting, 2023-2024.

№	Research options	Potatoes:								yield, t/ha
		large		medium		small		total		
		pcs	g	pcs	g	pcs	g	pcs	g	
1	No fertilizers (control)	0,7	70	1,0	60	2,3	60	3,7	143	7,7
2	Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0,7	57	7,0	334	0,7	34	8,3	423	23,2
3	Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1,0	140	3,0	157	1,3	37	4,7	334	18,4
4	Manure, 40 t/ha	2,7	280	2,0	110	1,7	17	6,3	406	22,3
5	Granulated chicken manure, 0,5 t/ha	1,0	147	1,7	93	6,0	63	9,3	283	15,7
6	Biohumus, 4.0 t/ha (local)	3,3	473	3,0	167	2,3	40	8,7	523	28,8
7	Bioactive, 8.0 t/ha (local)	3,3	437	1,7	90	2,3	24	7,3	547	30,1

Table 7. Biometric indicators of the Slauta variety on the 80th day after planting, 2023-2024.

№	Research options	Vegetative mass:			assimilation surface, thousand m ² /ha
		stem, pcs	stem weight, g	stem height, cm	
1	No fertilizers (control)	4,0	70,0	55,0	30,3
2	Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,3	393,0	95,0	51,0
3	Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,3	123,0	53,0	35,0
4	Manure, 40 t/ha	6,0	290,0	87,0	46,2
5	Granulated chicken manure, 0,5 t/ha	4,7	217,0	63,0	53,9
6	Biohumus, 4.0 t/ha (local)	4,7	163,0	70,0	45,5
7	Bioactive, 8.0 t/ha (local)	3,7	167,0	77,0	41,0

Table 8. Dynamic undermining of the Slauta variety on the 80th day after planting, 2023-2024.

№	Research options	Potatoes:								yield, t/ha
		large		medium		small		total		
		pcs	g	pcs	g	pcs	g	pcs	g	
1	No fertilizers (control)	2,0	247	2,0	93	1,3	10	5,3	350	19,3
2	Manure, 40 t/ha + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2,3	173	4,3	273	9,7	130	16,3	577	31,7
3	Recommended fertilizer dose N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2,0	177	2,0	83	7,0	90	11,0	350	19,2
4	Manure, 40 t/ha	1,0	170	7,3	390	8,0	130	16,3	690	38,0
5	Granulated chicken manure, 0,5 t/ha	3,3	400	2,7	133	1,3	27	7,3	560	30,8
6	Biohumus, 4.0 t/ha (local)	1,7	177	3,3	163	3,7	27	8,7	367	20,2
7	Bioactive, 8.0 t/ha (local)	0,7	67	2,0	103	0,7	5	3,3	175	9,6

In all other variants of the experiment for the varieties Legend and Slauta, there is a decrease in yield indicators compared to the 60th day of digging and determining the accumulation of yield, which, in our

Conclusions

The highest yield indicators on the 80th day after planting were obtained on variants with biohumus fertilizer (4.0 t/ha) of the Legend variety, where the weight of the tubers was 0.526 kg; accordingly, the yield was 28.9 t/ha. In the Slauta variety, by the granulated chicken manure application this indicator was 0.5 t/ha with a tuber weight of 0.543 kg and a yield of 29.8 t/ha.

References

Agroecological basics of growing potatoes in agroecosystems of Polissia: monograph / Shuvar I. A. et al. : ed. I. A. Shuvar. 2021. 192 p.

Biotechnology in corn cultivation. «BTU Tsentr». URL: <https://btu-center.com/upload/iblock/89a/89aa72b4882f94adcf6c7e11512ce6db.pdf> (last accessed: 01.10.2024).

Bondarchuk A. A. & Koltunov V. A. Potato growing: Methodology of the research case. Vinnytsia: TVORY. 2019. 145 p.

Bunchak O. M. Organic fertilizers from leather waste. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No 7. P. 76–78.

Burbela M. Modern agro-ecological and social aspects of chemical agriculture. *Propozytsiia*. 1995. No 1. P. 18–19.

Bykin A. V. Bioconversion of organic waste of the agro-industrial complex and productivity of agroecosystems when applying new types of fertilizers : avtoref dys. ... d-ra s.-h. nauk : 06.01.04; 06.01.06. Kyiv, 1999. 38 p.

Diachenko O. V. Ways to increase the yield of sunflower in the conditions of modern integration processes of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*. URL: pdau.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/2011/3_1/091.pdf (last accessed: 01.10.2024).

Earthworms: scientific aspects of cultivation and practical application: sci. and industrial publication (monograph) / I. P. Melnyk et al. 2015. 444 p.

Edwards C. Earthworms, soil fertility and plant growth. Workshop on the role of earthworms in the stabilization of organic residues. *Kalamaro*. 2018. Vol. 1. P. 61–77.

opinion, is caused by weather conditions, namely a large amount of precipitation, which caused rotting of potato tubers.

The obtained data indicate that using mineral fertilizers in combination with organic fertilizers of different compositions and origins allows the obtaining of high yields of potatoes by growing varieties of different maturity groups in the soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe.

Ehrmantraut E. R. Methodology of scientific research in agronomy. 2018. Bila Tserkva. 104 p.

Growth stimulator "Vympel". *Ahrarnyk*. 2010. No 14. P. 6.

Havrylianchuk R. Yu., Khabovskyi A. M., Plekhtii D. P. Modern waste disposal technologies. 2000. P. 20–28.

Hnydiuk V. S. Ecological and agronomic substantiation of the processing of agronomic waste of livestock complexes and poultry farms by the method of biological fermentation : dys. ... kand. s.-h. nauk. Kamianets-Podilskyi, 2010. 206 p.

Hnydiuk V. S., Melnyk I. P. Technological aspects of the processing of organic waste from animal husbandry complexes and poultry farms by the method of biological fermentation into organic fertilizers of the new generation "Bioproferm". *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnicnoho universytetu*. 2009. No 17. P. 97–101.

Hnydiuk V. S., Sendetskyi V. M. Technology of obtaining organic products. Chemistry, bio- and nanotechnology, ecology and economics in the food and cosmetics industry: materials of III International scientific and practical conf. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut» (15–16 zhovtnia 2015 r.)*. Kharkiv, 2015. P. 256–258.

Horodnii N. M., Melnyk I. P., Povkhan M. F. Bioconversion of organic waste in biodynamic farming. 1990. 256 p.

Kutsenko V. S., Osypchuk A. A. & Podhaietskyi A. A. Methodological recommendations for conducting

research with potatoes. 2002. Nemishaieva: Instytut kartopliarstva UAAN. 47 p.

Melnyk I. P. Environmental preparations in growing technologies. 2010. 18 p.

Organic fertilizers and complex humic preparations made according to the latest technologies for growing potatoes, vegetables and fruit crops: scientific and practical recommendations / N. M. Kolisnyk et al. 2016. 57 p.

Production and application of organic-defecate fertilizers in modern agricultural technologies / L. V. Tsentylo et al. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzh. ahrarno-tekhnichnoho un-tu*. 2016. P. 329–331.

Sendetskyi V. M. Processing of organic waste of the agro-industrial complex into biofertilizer "Biohumus" by the method of vermiculture. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu*. 2009. No 17. P. 93-97.

Sendetskyi V. M. Technological aspects of organic waste processing of the agro-industrial complex by the method of vermiculture. 2010. 55 p.

Shuvar I. A., Snitynskyi V. V., Balkovskiy V. V. Ecological foundations of balanced nature management: manual. 2011. 760 p.

Siderates in modern agriculture: scientific and production edition (monograph) / I. A. Shuvar et al. 2015. 156 p.

Sygareva D. D. Methodical guidelines for identifying and accounting for parasitic nematodes of field crops. Kyiv, Urozhai, 1986, 41 p.

Tarariko O. H. Biologicalization and environmentalization of soil-protecting agriculture. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 1999. No 10. P. 5-9.

Trybel S. O. & Bondarchuk A. A. Methodology for evaluation of potato varieties for resistance against major pests and pathogens. 2013. Kyiv, Agrarian Science, 264 p.

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ КАРТОПЛІ

Володимир КОРОЛЬ

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

У статті наведено результати експериментальних досліджень впливу різних систем удобрення, зокрема мінеральних, органіко-мінеральних та органічних, на розвиток вегетативної маси рослин картоплі та накопичення врожаю у сортів різних груп стиглості в ґрунтах та кліматичних умовах Західного Лісостепу. Встановлено, що найвищі показники врожайності на 80-й день після садіння були отримані на варіантах із внесенням біогумусу (4,0 т/га) сорту Легенда, де маса бульб становила 0,526 кг і, відповідно, урожайність становила 28,9 т/га. У сорту Слаута за внесення сухого гранульованого курячого посліду (0,5 т/га) маса бульб становила 0,543 кг, а урожайність – 29,8 т/га. В усіх інших варіантах дослідів для сортів Легенда та Слаута спостерігалось зниження показників урожайності порівняно з 60-ю добою, що, на нашу думку, зумовлено погодними умовами, а саме – великою кількістю опадів, що спричинило загнивання бульб картоплі.

Ключові слова: картопля, добрива, вегетативна маса, асиміляційна поверхня, урожайність.

Отримано: 08.10.2024

Погоджено до друку: 25.10.2024

Інноваційно-практичні рекомендації вчених. Тваринництво.

ОСОБЛИВОСТІ УТРИМАННЯ ТА ГОДІВЛІ ДІЙНИХ КОРІВ У ПЕРЕХІДНИЙ З ПАСОВИЩНОГО НА СТІЛОВИЙ ПЕРІОД

Перехід лактуючих корів на зимовий раціон – відповідальний і досить складний процес, оскільки в цей період кардинально змінюється характер життєдіяльності мікроорганізмів усіх відділів шлунку й кишківника тварин, внаслідок чого виникає глибокий технологічний стрес, який може тривати півтора-два місяці (з початку переходу на зимовий раціон у жовтні і до кінця листопада). Зовнішньою його ознакою є зниження продуктивності одночасно цілого стада, як мінімум на 15-20 %. Правильно складений раціон в осінньо-зимовий період дає змогу нормалізувати процеси травлення у корів та зменшити кормовий стрес. У статті наведено практичні рекомендації зі складання раціонів у перехідний період, що допоможе господарям зберегти високі надої молока.

Від літньо-осіннього до стійлового утримання годівля худоби повинна плавно перейти через так званий перехідний період, оскільки літні корми суттєво відрізняються від зимових як за поживністю, так і хімічним складом. У жуйних тварин основна маса корму перетравлюється мікроорганізмами передшлунків. У разі різкої зміни раціону, а значить і надходження поживних речовин у передшлунки тварин, виникає ситуація, яка призводить до нераціонального використання кормів і різкого зниження продуктивності худоби. Основою зимових раціонів тварин у підсобних господарствах є грубі корми: сіно, солома, бадилля кукурудзи, полова. Покращення засвоюваності і поживної цінності соломи можна досягти її подрібненням і запарюванням, що підвищує ступінь поїдання на 20-30 %. Основу зимових раціонів у господарствах складають соковиті корми: силос, сінаж, інколи буряки. Ці корми особливої підготовки до згодовування не потребують. Проте у більшості випадків закладений силос має підвищену кислотність і тому перед згодовуванням його обов'язково потрібно розкислювати.

Однією з основних причин перевитрат кормів на виробництво тваринницької продукції у зимово-стійловий період є незбалансованість раціонів за органічними та мінеральними речовинами і вітамінами, а також порушення співвідношень між окремими елементами живлення. Основним джерелом енергії для тварин є вуглеводи: цукор, крохмаль, геміцелюлоза та ін., які, перетворившись у передшлунках переважно у леткі органічні кислоти, забезпечують майже 90 % усіх енергетичних потреб організму. Якщо в раціоні їх недостатньо, то тварини використовують для цих потреб протеїн. При включенні до раціонів сечовини (20-25 г на 100 кг живої маси тварини за добу), її необхідно згодовувати в декілька даванок і обов'язково з кормами, які містять багато легкостворюваних вуглеводів (цукрів і крохмалю), з дотриманням в усіх випадках цукрово-протеїнового відношення 1:1,1-1,2, а протеїнового 1:5-6. Оптимальною нормою цукру для корів є 100-150 г/кг молока.

Відомо, що при зниженому рівні протеїнового живлення, а іншими словами – при нестачі його в раціоні, засвоєння інших поживних речовин також погіршується. Тому й необхідне поповнення раціону перетравним протеїном. Надзвичайно важливим у раціональному використанні поживних речовин кормів тваринами в стійловий період є рівномірність їх згодовування по даванках. Потрібно, щоб всі корми були розподілені так, щоб силос, сінаж чи сіно згодовувались із буряками, мелясою чи комбікормом і не менш як у дві даванки.

Відразу після отелення і в перші дні після нього корова фізично не може спожити таку кількість об'ємних кормів, яка необхідна для виробництва молока. Через це корови, що отелились, можуть синтезувати молоко за рахунок власного тіла. В період максимальної продуктивності (а він триває 8-9 тижнів) корова може втратити при незадовільній годівлі 50-70 кг живої маси. Внаслідок цього рівень молочної продуктивності може впасти нижче, ніж він був відразу після отелення. Це зниження в майбутньому буде відбуватися і впродовж усієї лактації.

Повноцінною вважають годівлю, коли тварини в раціоні одержують всі поживні та біологічно активні речовини в їх оптимальному співвідношенні і згідно з потребами організму. Повноцінна, збалансована годівля корів має забезпечуватися при різному типі їх годівлі. Тип годівлі характеризується співвідношенням різних видів кормів (грубих, соковитих, концентрованих тощо) у відсотках від загальної енергетичної поживності раціону. Залежно від переважання в раціоні корів того чи іншого виду кормів розрізняють: сінажний, силосний, силосно-концентратний, силосно-сінажний, силосно-жомовий та ін. типи годівлі.

Найбільш біологічно повноцінними вважають раціони, які взимку включають помірну кількість силосу (20 кг/гол./добу), необхідну кількість високоякісного сіна (4-6 кг), коренеплодів (10-25 кг) та комбікормів-концентратів, що містять 140-150 г перетравного протеїну на 1 корм. од. Раціони з більшою питомою вагою соковитих і грубих кормів та помірно концентрованих сприяють підвищенню перетравності поживних речовин, забезпечують добрий фізіологічний стан і багаторічне використання корів. Послідовність роздавання кормів може бути різною. Але найдоцільніше згодовувати спочатку концентровані, потім коренеплоди й силос і в останню чергу грубі корми. Невелику кількість повноцінного (збалансованого за поживністю) корму розділяють на одну-дві даванки. Одержання високих надоїв залежить від організації годівлі в різні фізіологічні періоди. В окремі періоди забезпечення тварин поживними речовинами повинно бути вищим за існуючі норми, а в інші – нижчим.

Механізм утворення, розвитку й негативного впливу перехідного раціону на організм тварини полягає в наступному. За перших спроб годівлі тварин зимовими кормами – силосом, сінажем, сіном (на заміну зелених кормів), відбувається суттєве порушення рубцевого гомеостазу організму. Майже 80 % наявної популяції мікроорганізмів передшлунків гине, виникає фізіологічний дискомфорт, пов'язаний з дефіцитом енергії. Це і порушення процесів травлення (виникають проноси або, навпаки, закрепи), і зменшення швидкості поїдання корму (тварина ретельно його перебирає і багато затоптує), і різке зниження надоїв. Надій поступово знижується ще протягом 2-3 тижнів і стабілізується тільки через місяць, після чого спостерігається поступове його підвищення. Встановлення нового мікробіологічного статусу в корови триває повільно, із суттєвими енергетичними витратами. Найперший захисний захід від стресу – поступова заміна літнього раціону на зимовий, хоча мінімально граничних строків переходу на зимовий раціон немає. Пасти тварин треба якнайдовше, звертаючи увагу на їх реакцію. За суттєвого зменшення продуктивності пасовищ тварини неохоче виходять із приміщень, а під час випасання швидко рухаються і втомлюються. Однак наявність зелених кормів у раціоні в поступово зменшеному обсязі створює ідеальні умови для збереження попереднього мікробного ценозу й стабільного його переходу до ценозу зимового раціону. Випасання тварин восени за поступового скорочення тривалості світлового дня може тривати 40-50 діб. Але треба мати на увазі, що якщо погодні умови погіршаться, й протягом трьох-чотирьох діб підряд корів не виганятимуть на пасовище, відновлювати випасання категорично заборонено. Це тільки підвищить стрес і негативно позначиться на їх здоров'ї.

Оскільки трава восени насичена вологою і містить мало поживних речовин, на початку перехідного періоду до зимового раціону насамперед використовують сінаж. Унікальність цього корму полягає в тому, що його мікробіологічне розщеплення під час бродіння в передшлунках найбільш подібне до перетравлювання зелених кормів. Тому за переходу на годівлю з використанням сінажу прояви стресу дещо зменшуються. Згодовування сінажу можна поступово збільшувати до 10-15 кг на добу, не використовуючи при цьому солому, оскільки у ній високий вміст клітковини. Таким чином, переходячи на сінажний тип годівлі восени, можна стабілізувати надої. Тільки після 2-3-тижневого згодовування сінажу, під час вечірньої годівлі, починаючи з 5 кг на добу, до раціону корів поступово додають силос.

Протягом перехідного періоду бажано використовувати раціони сінажно-концентратного та сінажно-силосно-концентратного типів. Вони дають можливість ідеально поєднувати літні та зимові корми з мінімальним негативним впливом зимових на мікробіологію рубця. За одну даванку слід згодовувати не більш 2 кг концентратів, тому їх роздають двічі на день. За такої годівлі тварини краще споживають грубі корми вночі і менше залишають недоїдків уранці. У кінці листопада–грудня, коли перехідний період закінчився, бажано використовувати раціони наступного складу (табл. 1-3).

Таблиця 1. Сінажно-концентратний раціон дійних корів у зимово-стійловий період утримання, жива маса 500 кг, с/д надій молока 19-20 кг

Корми	Добова даванка	
	кг	кормових одиниць
Сіно злаково-бобове	4,5	2,0
Сінаж злаково-бобовий	25	7,5
Меляса	0,6	0,4
Комбікорм	5	5
Фактично		14,9
Потреба		14,6

Таблиця 2. Сінажно-концентратно-барданий раціон дійних корів (), жива маса 500 кг, с/д надій молока 19-20 кг

Корми	Добова даванка	
	кг	кормових одиниць
Сіно злаково-бобове	4,5	2
Сінаж злаково-бобовий	18	5,4
Барда	18	2
Меляса	0,5	0,4
Комбікорм	5	5
Фактично		14,8
Потреба		14,6

Таблиця 3. Сінажно-концентратно-коренеплідний раціон дійних корів (), жива маса 500 кг, с/д надій 19-20 кг

Корми	Добова даванка	
	кг	кормових одиниць
Сіно злаково-бобове	4,5	2,0
Сінаж злаково-бобовий	19	5,7
Буряк кормовий	15	1,7
Меляса	0,6	0,4
Комбікорм	5	5
Фактично		14,8
Потреба		14,6

Такий порядок зміни раціону можна вважати оптимальним з точки зору збереження продуктивності. Крім того, високий рівень сінажу не потребує використання соломи з надмірним вмістом клітковини. Сінаж і сіно є суттєвими джерелами цукру в раціоні корів, а концентрати забезпечують потрібний рівень крохмалю. Бажано до раціону корів додати мелясу, але дефіцит останньої суттєво обмежує це джерело цукру. Молокогінного ефекту можна досягти, якщо до раціону додати кормові гарбузи – 0,6-0,8 кг/л молока. При цьому не можна вводити в раціон більше 40 % концентратів від його сухої речовини, або понад 8 кг/гол/добу. Слід пам'ятати також, що одночасно зі збільшенням рівня концентратів у раціоні корів треба змінювати їхній компонентний склад. Загальною закономірністю є пропорційне наповнення комбікорму кукурудзою і зменшення рівня пшениці та ячменю. В комбікорми для високопродуктивних тварин обов'язково потрібно додавати пшеничні висівки для поліпшення перетравлення й запобігання застійних процесів у шлунковому тракті.

У приватному секторі великий акцент у годівлі худоби робиться на сіно. Крім цього використовують соломку та бадилля кукурудзи. Адже відсутність спецтехніки і відповідних технологічних споруд (силосних ям, траншей тощо) не дозволяє заготовляти такі корми як силос та сінаж. Нестачу силосованих кормів як правило компенсують за рахунок кормових буряків, нетоварної картоплі, жому, кормової ріпи, брукви. Крім цього вирощують гарбузові культури (гарбузи, дині, кабачки,), які використовують в годівлі худоби. Така структура "кормової бази" приватника зумовлює сінно-концентратно-коренеплідний тип годівлі худоби (40-50% сіна, 5-10% соломи і кукурудзянки, 20-25% концентратів, 15-20% коренеплідів). Ефективність високопродуктивного стабільного молочного скотарства визначається, насамперед, якістю грубих кормів із максимальним вмістом сухої речовини, а в ній – енергії та протеїну.

Після проведення масового розселення корів переводять на молокогінні раціони з переважним додаванням силосу як основного грубого корму – силосно-концентратні (табл. 4-6).

Таблиця 4. Силосно-концентратний раціон дійних корів, жива маса 500 кг, с/д надій молока 19–20 кг

Корми	Добова даванка	
	кг	кормових одиниць
Сіно злаково-бобове	4,5	2
Силос злаково-бобовий	32	7,4
Меляса	0,6	0,4
Комбікорм	5	5
Фактично		14,8
Потреба		14,6

Таблиця 5. Силосно-концентратно-бардяний раціон дійних корів, жива маса 500 кг, с/д надій молока 19–20 кг

Корми	Добова даванка	
	кг	кормових одиниць
Сіно злаково-бобове	4,5	2
Силос злаково-бобовий	25	5,8
Барда	15	1,7
Меляса	0,6	0,4
Комбікорм	5	5
Фактично		14,9
Потреба		14,6

Таблиця 6. Силосно-концентратно-коренеплідний раціон дійних корів, жива маса 500 кг, с/д надій 19–20 кг

Корми	Добова даванка	
	кг	кормових одиниць
Сіно злаково-бобове	4,5	2
Силос злаково-бобовий	25	5,8
Буряк кормовий	15	1,7
Меляса	0,6	0,4
Комбікорм	5	5
Фактично		14,9
Потреба		14,6

Годівля у перехідний період і на початку зими суттєво впливає на фізіологічний стан тварин, здоров'я телят та надій молока у корів на початку нової лактації. На підставі досліджень встановлено, що корова може відкладати деякі біологічно активні речовини в організмі з подальшим їхнім використанням у специфічних фізіологічних процесах. Зокрема встановлено, що надходження в організм тварини надлишків каротину відкладається в його “депо” (печінці) та зберігається протягом двох місяців. Під час інтенсивного росту плоду в останній місяць тільності потреба в каротині зростає в 2,5 рази порівняно з попередніми періодами фізіологічного циклу. Тому наявність “депо каротину” – запорука хорошого розвитку теляти й високої його життєздатності в перші місяці життя. Оскільки закінчення поповнення каротином переміщується на пізніший строк у разі тривалішої годівлі корів зеленими кормами, його ефект переноситься на момент отелення корови. Наслідком цього є тісний зв'язок між тривалістю годівлі корів зеленими кормами восени та якістю новонародженого молодняка.

В разі використання наведеної вище інформації, оптимальне забезпечення тварин біологічно активними речовинами завдяки основним кормам є гарантованим. Саме за таких умов попередньої годівлі зростають якість та життєздатність народжених телят. Крім того, використання раціонів сінажного типу в пізній осінній і ранній зимовий періоди унеможливує порушення кислотно-лужної рівноваги в передшлунках і крові тварин. Раціон сінажного типу прісний, він максимально зберігає всмоктувальну поверхню рубця й запобігає розвитку фізіологічного ацидозу. В таких умовах тварина після отелення краще й швидше відновлюється після родових порушень, менше страждає від метритів і маститів, набряку вимені, скоріше нарощує рівень надою й швидше готується до нового репродуктивного циклу. Тому оптимізація годівлі восени забезпечує високу продуктивність тварин узимку та навесні.

Наталія Федак, Сергій Чумаченко, кандидати біологічних наук,

Ігор Душара, кандидат сільськогосподарських наук.

Відділ розведення, технологій утримання та годівлі тварин. E-mail: natalifedak181@gmail.com

Наукова діяльність

ТВАРИННИЦТВО

© В. Д. Федак, М. І. Полуліх, 2024
УДК 636.612.0

DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-4-7

**ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ТЕЛИЦЬ СИМЕНТАЛЬСЬКОЇ ПОРОДИ ПРИКАРПАТТЯ
РІЗНИХ ТИПІВ КОНСТИТУЦІЇ**

Василь ФЕДАК, Михайло ПОЛУЛІХ, кандидати сільськогосподарських наук,
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна
e-mail: wasylfedak55@gmail.com

Наведено фізіолого-біохімічні показники крові у телиць симентальської породи в постнатальному онтогенезі різних типів конституції. Фізіолого-селекційний індекс розраховувався на основі цифрових показників інтенсивності ензимів переамінування та маси тіла телиць у відповідні періоди росту. Показано, що уже в 6 місячному віці є можливість оцінити молодняк, в даному випадку телиць, за типом конституції.

Кількість еритроцитів у крові телиць у 6, 12, 18 місяців дослідної групи була вищою, ніж у контрольних відповідно на 4,25; 9,91; 9,82%. У середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних аналогів на 7,92%. За вмістом гемоглобіну в крові дослідні телиці у вікові періоди 6, 12, 18 місяців переважали контроль відповідно на 8,20; 10,83; 10,90%. У середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних ровесниць на 7,64%. За вмістом загального білка в сироватці крові телиць у вікові періоди 6, 12, 18 місяців дослідної групи переважали контрольних аналогів відповідно на 7,47; 15,23; 8,64%. У середньому ж за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних аналогів на 8,09%.

Іншим важливим показником, який також характеризує білковий обмін в організмі тварин, є активність амінотрансфераз в сироватці крові. За активністю АСТ в сироватці крові в середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних на 11,78%. Аналогічна закономірність була виявлена і за активністю АЛТ в сироватці крові. Так, телиці дослідної групи за активністю АЛТ в сироватці крові у 6, 12, 18 місяців переважали контрольних ровесниць відповідно на 8,13; 8,01; 10,28%.

За вмістом загальних сульфгідрильних груп у крові телиць дослідної групи в 6, 12, 18 місяців переважали контрольних аналогів відповідно на 27,50; 23,44; 18,01%. За вмістом залишкових SH-груп в крові тварини дослідної групи в постнатальному онтогенезі переважали контрольних аналогів на 24,34%.

Дослідні телиці за вмістом загального глутатіону у вікові періоди 6, 12, 18 місяців переважали контрольних аналогів відповідно на 20,25; 7,44; 5,48%. Аналогічна закономірність відмічена і за вмістом відновленого глутатіону в крові піддослідних тварин. Так, за вмістом відновленого глутатіону в крові особини дослідної групи за весь період вирощування переважали контрольних ровесниць у середньому на 9,56%.

Ключові слова: кров, фізіологічні показники крові, телиці, симентальська порода, тип конституції.

Вступ

Важливим елементом при направленому вирощуванні телиць для племінного використання є оцінка тварин за типом конституції. Нами розроблений метод оцінки типу конституції за фізіолого-селекційним індексом (Fedak V. D., 2001). Фізіолого-селекційний індекс розраховується на основі ензимів переамінування та живої маси телиць у відповідні періоди росту. Уже в 6 місячному віці є можливість оцінити молодняк, в даному випадку телиць, за типом конституції.

Кров – це постійно циркулююча рідина, яка здійснює зв'язок між різними структурами організму тварин. До основних фізіологічних функцій крові відносять видільну, дихальну, захисну, механічну і інші. Дані функції здійснюються комплексом ензимів (Kuziv M. I., Kuziv N. M., Fedorovych V. V., 2012). Проведено вивчення фізіолого-біохімічних показників крові симентальської породи Прикарпаття різного типу конституції (Kytaieva A., Pronoza O., 2014).

Телиці дослідної групи симентальської породи в умовах Передкарпаття в постнатальному онтогенезі за основними біохімічними показниками крові в різні періоди розвитку вірогідно переважали аналогів контрольної групи на 8-10%.

Кров в організмі тварини виконує багато життєво важливих функцій зокрема, еритроцити виконують дихальну, а лейкоцити захисну функції. Відмічено, що за вмістом еритроцитів у крові ростучих тварин різних порід можна встановити рівень метаболічних процесів, які проходять в організмі при вирощуванні. Це свідчить про достатню забезпеченість організму молодняку киснем у процесі росту й розвитку та оптимізує відповідний ріст органів і систем. Встановлено, що у бугайців кількість еритроцитів у крові вища, ніж у телиць, що обумовлено статевим диморфізмом тварин (Naumenko V. V., Diachynskiy A. S., Demchenko V. Yu., 2014).

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 (Baklanova L. V., 2019).

Важливим біохімічним показником, який відображає рівень окисно-відновних процесів у крові є ензим каталаза. Він є своєрідним санітаром у клітинах і тканинах, розщеплюючи перекис водню на кисень і воду. З віком зміна активності каталази проходить по-різному, відмічають хвилюподібну зміну активності каталази в крові в постнатальному періоді при помірному рівні вирощування молодняку різних порід (Fedoruk R. S., 2008).

Глутатіон є також одним з важливих ензимів крові, який стимулює ріст тварин. Він приймає активну участь у дихальній функції крові. Глутатіон – це пептид глютамінової кислоти, цистеїну та гліцину. Наявність в структурі глутатіону SH-груп дає йому можливість бути послідовно донором, окислюючись в SS-форму, або акцептором, відновлюючись знову в SH-форму за рахунок окислюючої речовини. Глутатіон знаходиться в еритроцитах, а в плазмі крові він відсутній (Behma N. A., 2016).

У різні вікові періоди вміст загального глутатіону в крові різний, що свідчить про неоднакову спрямованість окисно-відновних процесів у ростучого молодняку. Найвищий вміст глутатіону було встановлено в 3-місячних телят з подальшим зниженням його з незначними коливаннями в процесі росту й розвитку. З віком дисиміляційні процеси в організмі зростають, тому вміст глутатіону (загального, окисленого й відновленого) в крові є індикатором інтенсивності окисно-відновних процесів, які протікають в організмі молодняку в постнатальному онтогенезі (Aleksandrova K. V., 2016).

Гемоглобін є сполукою, яка транспортує кисень з легень 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.

Результати та обговорення

Відомо, що еритроцити виконують життєво важливі функції в організмі, одна з них – дихальна. Показники вікової зміни кількості еритроцитів в крові піддослідних тварин наведено в табл. 1.

Кількість еритроцитів у крові телиць у 6, 12, 18 місяців дослідної групи була вищою, ніж у контрольних відповідно на 4,25; 9,91; 9,82%. У середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних аналогів на 7,92%.

Іншим важливим компонентом крові, який входить в склад еритроцитів, є гемоглобін, який переносить кисень від легень до тканин, а звідти транспортує вуглекислий газ до легень (табл. 2)

Важливе значення в обмінних і синтетичних процесах організму відіграють білки крові, які входять в складний комплекс ензимних систем. Концентрація загального білка в сироватці крові є індикатором складних метаболічних процесів, які проходять в організмі. У постнатальному періоді вміст загального білка в сироватці крові в молодняку великої рогатої худоби зростає, що зумовлено зниженням інтенсивності метаболічних процесів з віком. (Kucher D. M., 2012).

У структуру сірковмісних амінокислот, глутатіону та інших ензимів входять SH-групи, рівень яких у сироватці крові свідчить про інтенсивність перебігу білкового обміну в організмі тварин (Butkaliuk Zh. V., 2004).

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 в організмі.

Матеріали і методи

Дослідження з вивчення фізіолого-біохімічних показників крові телиць симентальської породи проводили в ТзОВ «Літинське» Дрогобицького району, Львівської області впродовж 2021-2022 року. У контрольну групу (n=10) входили тварини з низьким фізіолого-селекційним індексом конституційного типу (46 одиниць), а в дослідну (n=10) відповідно – з високим фізіолого-селекційним індексом конституційного типу (57 одиниць).

Фізіолого-біохімічні показники крові у постнатальному онтогенезі у телиць симентальської породи досліджували за методичними вказівками V. V. Vlizlo et al. (2012). Визначали кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну, загального білка, активність АСТ, АЛТ і каталази, вміст загального, відновленого і окисленого глутатіону та вміст SH груп.

За вмістом гемоглобіну в крові дослідні телиці у вікові періоди 6, 12, 18 місяців переважали контрольних ровесниць відповідно на 6,67; 8,20; 10,83; 10,90%. У середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних аналогів на 7,64%.

Таким чином, за основними морфологічними показниками крові тварини високоферментного типу (дослідна група) суттєво переважали аналогів низькоферментного типу (контрольна група) в постнатальному онтогенезі. Це свідчить, що у тварин дослідної групи рівень метаболічних процесів у організмі протікав інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

Таблиця 1. Кількість еритроцитів у крові телиць симентальської худоби, $10^{12}/л$

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	6,86 ± 0,25	7,54 ± 0,38	+ 0,68
12	4,58 ± 0,17	5,03 ± 0,04**	+ 0,45
18, перед осіменінням	5,16 ± 0,09	5,20 ± 0,11	+ 0,04
у середньому	5,81 ± 0,15	6,27 ± 0,13**	+ 0,46

Таблиця 2. Вміст гемоглобіну в крові телиць симентальської худоби, г/л

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	122,0 ± 4,1	132,0 ± 2,1**	+ 10,0
12	109,0 ± 3,8	120,8 ± 3,0**	+ 11,8
18, перед осіменінням	115,9 ± 2,1	120,1 ± 0,3*	+ 4,2
у середньому	111,3 ± 2,7	119,8 ± 2,6**	+ 8,5

Одним із основних показників білкового обміну в організмі тварин є вміст загального білка в сироватці крові, активність ензимів переамінування в сироватці крові, а також індекс оцінки типу конституції тварин, який вирахований на основі активності АСТ і АЛТ в сироватці крові та господарсько корисних ознак тварин.

За вмістом загального білка в сироватці крові телиць у вікові періоди 6, 12, 18 місяців дослідної групи переважали контрольних аналогів відповідно на 6,25; 9,77; 7,47; 15,23; 8,64% (табл. 3). У середньому ж за весь період вирощування тварини

дослідної групи переважали контрольних аналогів на 8,09%.

Іншим важливим показником, який також характеризує білковий обмін в організмі тварин, є активність амінотрансфераз в сироватці крові. За активністю АСТ в сироватці крові в середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних на 11,78% (табл.4).

Така ж закономірність виявлена і за активністю АЛТ в сироватці крові. Так, телиць дослідної групи за активністю АЛТ в сироватці крові у 6, 12, 18 місяців переважали контрольних ровесниць відповідно на 4,72; 8,13; 8,01; 10,28% (табл. 5).

Таблиця 3. Вміст загального білка в сироватці крові телиць симентальської худоби, г/л

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	68,8 ± 1,2	73,1 ± 1,7**	+ 4,3
12	68,6 ± 2,5	75,3 ± 1,3**	+ 6,7
18, перед осіменінням	70,9 ± 0,9	76,2 ± 1,4****	+ 5,3
у середньому	69,2 ± 1,50	74,8 ± 1,52**	+ 5,6

Таблиця 4. Активність АСТ в сироватці крові телиць симентальської худоби, од/л⁻³

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	29,70 ± 0,44	33,03 ± 0,58****	+ 3,33
12	30,36 ± 1,07	39,12 ± 2,24****	+ 8,86
18, перед осіменінням	37,02 ± 0,38	44,33 ± 0,32****	+ 7,31
у середньому	34,89 ± 0,56	39,00 ± 0,71****	+ 4,11

Таблиця 5. Активність АЛТ в сироватці крові телиць симентальської худоби, од/л⁻³

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	15,74 ± 0,58	19,29 ± 0,38****	+ 3,55
12	16,96 ± 0,83	21,39 ± 0,26****	+ 4,43
18, перед осіменінням	21,90 ± 0,29	23,68 ± 0,40***	+ 1,78
у середньому	21,22 ± 0,59	23,81 ± 0,52***	+ 2,59

За даним показником в середньому за період вирощування різниця на користь дослідних тварин становила 12,20%.

Комплексним показником білкового обміну організму в сукупності з господарсько корисними

ознаками є фізіолого-селекційний індекс оцінки типу конституції телиць симентальської породи у віці 6, 12, 18 місяців (табл. 6).

Тварини дослідної групи у вікові періоди 6, 12, 18 місяців за індексом оцінки типу конституції

переважали контрольних аналогів відповідно на 4,52; 23,81; 39,06; 22,00%.

У середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи переважали контрольних

аналогів за індексом оцінки типу конституції на 25,05%.

Таблиця 6. Фізіолого-селекційний індекс оцінки типу конституції телиць симентальської худоби

Вік, місяці	Групи		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	28,90	35,78	+ 6,88
12	51,20	71,20	+ 20,00
18, перед осіменінням	83,13	101,42	+ 18,29
у середньому	46,01	57,54	+ 11,53

За основними показниками білкового обміну дослідні тварини значно переважали контрольних аналогів, що свідчить про інтенсивніший рівень протікання метаболічних процесів у їх організмі.

Сульфгідрильні групи входять до складу сірковмісних амінокислот і також характеризують

білковий обмін у тваринному організмі. На практиці визначають загальні, залишкові та білкові SH-групи (табл. 7). За вмістом залишкових SH-груп в крові тварини дослідної групи переважали контрольних аналогів на 24,34% (табл. 8).

Таблиця 7. Вміст загальних сульфгідрильних груп у крові телиць симентальської худоби, г⁻³/л цистеїну

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	459,3 ± 5,0	585,6 ± 13,13***	+ 126,3
12	689,0 ± 28,7	850,5 ± 54,6**	+ 161,5
18, перед осіменінням	504,7 ± 17,9	595,6 ± 22,0***	+ 90,9
у середньому	581,3 ± 18,6	687,9 ± 29,0***	+ 106,6

Таблиця 8. Вміст залишкових SH-груп у крові телиць симентальської худоби, г⁻³/л цистеїну

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	135,3 ± 5,3	178,7 ± 5,3****	+ 43,4
12	131,2 ± 7,2	159,5 ± 5,3***	+ 28,3
18, перед осіменінням	123,1 ± 8,1	149,3 ± 4,0***	+ 26,2
у середньому	131,9 ± 5,4	164,0 ± 4,0****	+ 32,1

Телиці дослідної групи у 6, 12, 18 місяців за вмістом білкових сульфгідрильних груп в крові

переважали контрольних аналогів відповідно на 18,11; 13,22; 8,78; 2,69% (табл. 9).

Таблиця 9. Вміст білкових SH-груп у крові телиць симентальської худоби, г⁻³/л цистеїну

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	4712,3 ± 62,2	5565,7 ± 246,4***	+ 853,4
12	8105,3 ± 576,2	9176,5 ± 764,4	+ 1071,2
18, перед осіменінням	5378,9 ± 187,7	5851,2 ± 136,9*	+ 472,3
у середньому	6513,7 ± 337,5	7008,4 ± 376,4	+ 494,7

Отже, за вмістом загальних, залишкових і білкових SH-груп тварини високоферментного типу (дослідна група) в постнатальному онтогенезі суттєво переважали аналогів низькоферментного типу (контрольна група). Це свідчить про те, що і за даними показниками білкового обміну в організмі тварин дослідної групи обмінні процеси протікали інтенсивніше, ніж у контрольних аналогів.

Окисно-відновні процеси в крові піддослідних тварин також є одним з важливих параметрів оцінки рівня інтенсивності протікання метаболічних процесів в організмі тварин. Дихальний пігмент гемоглобін, а також цілий ряд

ензимів, в тому числі таких, як каталаза й глутатіон містяться в еритроцитах і приймають важливу участь в окисно-відновних процесах в клітинах і тканинах організму.

Глутатіон в крові виконує окисно-відновну функцію та в загальному приймає участь у дихальному процесі організму. Тому вміст загального, відновленого й окисленого глутатіону в крові свідчить про інтенсивність перебігу окисно-відновних процесів у організмі тварин. Вміст загального глутатіону в крові піддослідних тварин наведено в табл. 10.

Таблиця 10. Вміст загального глутатіону в крові телиць симентальської худоби, г⁻³/л

Вік, місяці	Групи		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	313,1 ± 7,0	376,5 ± 5,4****	+ 63,4
12	375,2 ± 6,9	403,1 ± 2,6***	+ 27,9
18, перед осіменінням	428,7 ± 4,5	452,2 ± 5,3***	+ 23,5
у середньому	389,1 ± 7,72	426,7 ± 4,53****	+ 37,6

Дослідні телиці за вмістом загального глутатіону у вікові періоди 6, 12, 18 місяців переважали контрольних аналогів відповідно на 8,38; 20,25; 7,44; 5,48%. Аналогічна закономірність відмічена і за вмістом відновленого глутатіону в

крові піддослідних тварин. Так, за вмістом відновленого глутатіону в крові особини дослідної групи за весь період вирощування переважали контрольних ровесниць у середньому на 9,56% (табл. 11).

Таблиця 11. Вміст відновленого глутатіону в крові телиць симентальської худоби, г⁻³/л

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	279,4 ± 12,4	337,7 ± 3,5****	+ 58,3
12	334,8 ± 9,4	360,1 ± 3,7**	+ 25,3
18, перед осіменінням	385,2 ± 3,8	412,4 ± 3,7****	+ 27,2
у середньому	346,3 ± 9,8	379,4 ± 7,3**	+ 33,1

За вмістом окисленого глутатіону в крові телиці в 6, 12, 18 місяців, дослідної групи

переважали контрольних аналогів відповідно на 7,92; 15,13; 7,77; 6,52% (табл. 12).

Таблиця 12. Вміст окисленого глутатіону в крові телиць симентальської худоби, г⁻³/л

Вік, місяці	Групи		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	33,7 ± 5,3	38,8 ± 4,1	+ 5,1
12	39,9 ± 2,6	43,0 ± 2,8	+ 3,1
18, перед осіменінням	39,9 ± 3,1	42,5 ± 3,4	+ 2,6
у середньому	42,53 ± 3,3	47,2 ± 3,9	+ 4,7

У середньому за весь період вирощування за вмістом окисленого глутатіону в крові тварини дослідної групи переважали контрольних ровесниць на 10,98%.

Показники активності каталази в крові піддослідних тварин, наведені в табл. 13. Отримані дані показують, що дослідні телиці у вікові періоди

6, 12, 18 місяців за активністю каталази в крові переважали контрольних ровесниць відповідно на 15,57; 4,53; 3,68%. У середньому за весь період вирощування тварини дослідної групи за активністю каталази в крові переважали контрольних аналогів на 7,60%.

Таблиця 13. Активність каталази в крові телиць симентальської худоби, г⁻³H₂O₂/л

Вік, місяці	Групи (M±m)		± до контролю
	контрольна (n=10)	дослідна (n=10)	
6	6,23 ± 0,34	7,20 ± 0,05	+ 0,97
12	7,07 ± 0,06	7,39 ± 0,13	+ 0,32
18, перед осіменінням	6,62 ± 0,05	6,88 ± 0,30	+ 0,26
у середньому	6,84 ± 0,17	7,36 ± 0,16**	+ 0,52

Висновки

За основними біохімічними показниками крові, що характеризують окисно-відновні процеси в організмі, тварини з високим фізіолого-селекційним індексом (дослідна група) значно переважали аналогів з низьким фізіолого-

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

Список використаної літератури

Aleksandrova K. V. Structure and physicochemical properties of enzyme proteins.

Classification and nomenclature of enzymes: metod. posib. Zaporizhzhia. 2016. 50 p.

Baklanova L. V. Activity of blood enzymes of lactating cows for different indicators of volume-weight ratio and number of lactations. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2019. Issue 1. P. 84–89. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101).

Behma N. A. Biochemistry of blood indicators of young pigs after the use of anisorb in compound feed. *NTB Dnipropetrovskoho AEU*. 2016. Vol. 4. No 1. P. 27–31.

Butkaliuk Zh. V. Hematological indicators of blood of cows of different types of constitution of the Ukrainian black-spotted dairy breed. *Visnyk DAU*. 2004. No 1 (12). P. 371–374.

Fedak V. D. The method of complex assessment of the constitution type of cattle. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu do mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Perspektyvy rozvytku skotarstva u tretomu tysiacholitti" 2–5 zhovtnia*. Sumy, 2001. Spets. vypusk. P. 178–181.

Fedoruk R. S. Indicators of the physiological state and productivity of purebred and crossbred heifers of the Volyn beef and Limousin breeds during the period

of physiological and sexual maturation. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhyskoho*. 2008. Vol. 10. No 4. (39). P. 262–265.

Kucher D. M. Morphological and biochemical indicators of the blood of first-born cows of different selection options. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2012. Issue 4. P. 96–100.

Kuziv M. I., Kuziv N. M., Fedorovych V. V. Morphological and biochemical indicators of blood and natural resistance of heifers of the Ukrainian black and spotted dairy breed. *Zb. nauk. pr. Podilskoho DATU*. 2012. Issue 20. P. 139–141.

Kytaieva A., Pronoza O. What do the hematological indicators of the Ukrainian red dairy breed depend on? *Tvarynnystvo Ukrainy*. 2014. No 3/4. P. 40–43.

Naumenko V. V., Diachynskiy A. S., Demchenko V. Yu. Physiology of farm animals : pidruchnyk. Kyiv : Prosvita, 2014. 289 p.

Vlizlo V. V. et al. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: a handbook. ed. V. V. Vlizlo. Lviv. 2012. 759 p.

PHYSIOLOGICAL INDICATORS OF THE BLOOD OF PRYKARPATTIAN SIMENTAL HEIFERS OF DIFFERENT TYPES OF CONSTITUTION

Vasyl FEDAK, Mykhailo POLULIKH
Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS

The physiological and biochemical indicators of blood in heifers of the Simmental breed in the postnatal ontogeny of different types of constitution are given. Physiological selection index was calculated on the basis of peramination enzymes and body weight of heifers in the corresponding periods of growth. Already at the age of 6 months, it is possible to evaluate young animals, in this case heifers, according to the type of constitution.

The number of erythrocytes in the blood of heifers at 6, 12, 18 months of age was higher than that of the control group respectively, by 4.25; 9.91; 9.82%. On average, during the entire growing period, the animals of the experimental group outnumbered the control analogues by 7.92%. According to the hemoglobin content in the blood, experimental heifers in the age periods of 6, 12, and 18 months exceeded the control heifers respectively by 8.20; 10.83; 10.90%. On average, during the entire growing period, the animals of the experimental group outnumbered the control analogues by 7.64%. According to the content of total protein in the blood serum of heifers at the age of 6, 12, 18 months, the experimental group exceeded the control analogues, respectively, by 7.47; 15.23; 8.64%. On average, during the entire growing period, the animals of the experimental group outnumbered the control analogues by 8.09%.

Another important indicator that also characterizes protein metabolism in the animal body is the activity of aminotransferases in blood serum. According to the activity of AST in blood serum, on average, over the entire period of cultivation, the animals of the experimental group exceeded the control animals by 11.78%. We found a similar pattern in the activity of ALT in blood serum. Thus, the heifers of the experimental group in terms of ALT activity in blood serum at 6, 12, and 18 months exceeded the control heifers, respectively by 8.13; 8.01; 10.28%.

According to the content of total sulfhydryl groups in the blood of heifers of the experimental group at 6, 12, 18 months, they exceeded the control analogues respectively by 27.50; 23.44; 18.01%. According to the content of residual SH-groups in the blood, the animals of the experimental group exceeded the control analogues by 24.34%.

The tested heifers in terms of total glutathione content in the age periods of 6, 12, and 18 months exceeded the control analogues respectively by 20.25; 7.44; 5.48%. A similar pattern was observed in the content of reduced glutathione in the blood of experimental animals. Thus, individuals of the experimental group over the entire period of cultivation prevailed over the control peers by an average of 9.56%.

Keywords: blood, physiological indicators of blood, heifers, Simmental breed, type of constitution.

Отримано: 05.06.2024
Погоджено до друку: 28.08.2024