

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Агробіотехнологічний факультет  
Спеціальність 201 «Агрономія»

Допускається до захисту  
завідувач кафедри рослинництва та  
цифрових технологій в агрономії  
доцент \_\_\_\_\_ Панченко Т.В.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**  
**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ**  
**БІОПРЕПАРАТІВ ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ**  
**ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ НВЦ БНАУ**

**Рівень вищої освіти:** другий (освітній рівень)

**Кваліфікація:** «Магістр з агрономії»

Виконав: Коренюк Максим Олексійович \_\_\_\_\_  
*прізвище, ім'я, по батькові* *підпис*

Керівник: доцент Козак Леонід Андрійович \_\_\_\_\_  
*вчене звання, прізвище, ініціали* *підпис*

Я, Коренюк Максим Олексійович, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**БЛЮЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Агробіотехнологічний факультет  
Спеціальність 201 «Агрономія»

**Затверджую**  
Гарант ОП «Агрономія»  
професор \_\_\_\_\_ Грабовський М.Б.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу здобувачу**  
*Коренюку Максиму Олексійовичу*

Тема: «Ефективність застосування біопрепаратів за різної густоти гібридів кукурудзи в умовах НВЦ БНАУ»

Затверджено наказом ректора №607/С від 24.12. 2024 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 10.12.2025 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані: огляд наукової літератури по застосуванню біопрепаратів за різної густоти гібридів кукурудзи; ґрунтово–кліматичні умови господарства; методика проведення досліджень; аналіз результатів досліджень з вивчення впливу біопрепаратів за різної густоти гібридів кукурудзи на продуктивність культури; економічна оцінка результатів досліджу.

Календарний план виконання роботи

| <b>Етап виконання</b>         | <b>Дата виконання етапу</b> | <b>Відмітка про виконання</b> |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Огляд літератури              | до 06.10.2025               | виконано                      |
| Методична частина             | до 17.10.2025               | виконано                      |
| Дослідницька частина          | до 25.11.2025               | виконано                      |
| Оформлення роботи             | до 10.12.2025               | виконано                      |
| Перевірка на плагіат          | до 05.12.2025               | виконано                      |
| Подання на рецензування       | до 05.12.2025               | виконано                      |
| Попередній розгляд на кафедрі | 05.12.2025                  | виконано                      |

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_

*підпис*

доцент Козак Л.А.

*вчене звання, прізвище, ініціали*

Здобувач

\_\_\_\_\_

*підпис*

Коренюк М.О.

*прізвище, ініціали*

Дата отримання завдання «05» вересня 2024 р.

## РЕФЕРАТ

### Коренюк М.О. Ефективність застосування біопрепаратів за різної густоти гібридів кукурудзи в умовах НВЦ БНАУ

Встановлено, що застосування біопрепаратів забезпечує зниження ураженості рослин кукурудзи грибними хворобами, зокрема пухирчастою сажкою, у межах 1,5–4,0 %, причому найбільш виражений фітозахисний ефект формувався при використанні препарату Вуксал Комбі.

Доведено, що формування висоти рослин та висоти прикріплення качанів визначається комплексною взаємодією генотипу, густоти стояння рослин і біологічної стимуляції росту. Виявлено тісний кореляційний зв'язок між висотою рослин і висотою прикріплення качана ( $r = 0,86$ ), що має важливе технологічне значення для механізованого збирання. Застосування біопрепаратів сприяло підвищенню висоти прикріплення качана на 0,6–1,8 см.

Установлено оптимальні параметри формування асиміляційної поверхні: максимальна площа листкового апарату досягала 0,499 м<sup>2</sup>/рослину за густоти 80 тис. шт/га у поєднанні з використанням Вуксал Комбі. Загущення посівів до 90–100 тис. рослин/га зумовлювало зменшення площі листкової поверхні на 0,9–3,9% внаслідок посилення внутрішньовидової конкуренції та погіршення світлового режиму. Фотосинтетичний потенціал посівів зростав із подовженням вегетаційного періоду та інтенсифікацією агротехнічних факторів і досягав 3502,0 тис. м<sup>2</sup>·діб, при цьому застосування Гумісолу підвищувало його в середньому на 5,1 %, а Вуксал Комбі – на 7,2 %.

Максимальна врожайність зерна формувалася за густоти 80 тис. рослин/га у поєднанні з біологічною стимуляцією росту і досягала 12,60 т/га, тоді як для ранніших груп стиглості оптимальні показники становили 8,36–9,78 т/га. Установлено, що надмірне загущення посівів призводить до зниження маси 1000 зерен, продуктивності рослин та ефективності фотосинтезу.

Економічна оцінка технологічних рішень підтвердила високу ефективність інтегрованої біологізованої технології вирощування кукурудзи: умовно чистий прибуток досягав 138,19 тис. грн/га, а рівень рентабельності – 310 %. Таким чином, оптимізація густоти стояння рослин у поєднанні з використанням біопрепаратів забезпечує підвищення біологічної, агротехнічної та економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи, створюючи науково обґрунтовану модель реалізації генетичного потенціалу сучасних гібридів в умовах змін клімату та інтенсифікації землеробства.

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, густина стояння, біопрепарати, урожайність зерна, маса 1000 зерен

## ANNOTATION

### **Korenyuk M.O. Effectiveness of biological products at different densities of corn hybrids under conditions of the Scientific and Practical Center of the BTNAU**

It was established that the application of biopreparations ensured a reduction in the incidence of fungal diseases in maize plants, particularly common smut, within the range of 1.5–4.0%, with the most pronounced phytoprotective effect observed when using Vuksal Combi. It was proven that the formation of plant height and ear placement height is determined by the complex interaction of genotype, plant density, and biological growth stimulation. A strong correlation was revealed between plant height and ear attachment height ( $r = 0.86$ ), which is of significant technological importance for mechanized harvesting. The use of biopreparations contributed to an increase in ear attachment height by 0.6–1.8 cm.

Optimal parameters of assimilating surface formation were determined: the maximum leaf area reached 0.499 m<sup>2</sup> per plant at a density of 80 thousand plants/ha in combination with Vuksal Combi. Increasing plant density to 90–100 thousand plants/ha led to a reduction in leaf area by 0.9–3.9% due to intensified intraspecific competition and deterioration of the light regime. The photosynthetic potential of maize stands increased with the extension of the growing season and the intensification of agronomic factors, reaching 3502.0 thousand m<sup>2</sup>·days; application of Humisol increased this indicator by an average of 5.1%, while Vuksal Combi increased it by 7.2%.

Maximum grain yield was formed at a density of 80 thousand plants/ha in combination with biological growth stimulation and reached 12.60 t/ha, whereas for earlier maturity groups optimal yields ranged from 8.36 to 9.78 t/ha. It was established that excessive plant density leads to a decrease in the 1000-kernel weight, plant productivity, and photosynthetic efficiency.

The economic evaluation of technological solutions confirmed the high efficiency of the integrated biologized maize cultivation technology: conditional net profit reached 138.19 thousand UAH/ha, and the profitability level amounted to 310%. Thus, optimization of plant density in combination with the use of biopreparations ensures an increase in the biological, agronomic, and economic efficiency of maize grain production, forming a scientifically grounded model for realizing the genetic potential of modern hybrids under conditions of climate change and agricultural intensification.

**Keywords:** *corn, hybrid, plant density, biological products, grain yield, weight of 1000 grains*

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Вступ .....  | 6  |
| Розділ 1. Огляд літератури.....  | 8  |
| Розділ 2. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень.....                                     | 18 |
| 2.1. Ґрунтово-кліматичні умови .....   | 18 |
| 2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень.....   | 20 |
| Розділ 3. Мета, завдання і методика проведення досліджень.....                                     | 23 |
| 3.1. Мета та завдання досліджень.....  | 23 |
| 3.2. Схема досліду та методики досліджень.....   | 23 |
| 3.3. Технологія вирощування кукурудзи в досліді.....   | 26 |
| Розділ 4. Результати досліджень.....   | 28 |
| 4.1. Стійкість гібридів кукурудзи до ураження хворобами та шкідниками.....                         | 28 |
| 4.2. Біометричні показники гібридів кукурудзи.....   | 30 |
| 4.3. Площа асиміляційної поверхні однієї рослини гібридів кукурудзи .....                          | 34 |
| 4.4. Площа асиміляційної поверхні посівів гібридів кукурудзи.....                                  | 36 |
| 4.5. Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи .....  | 38 |
| 4.6. Листковий індекс гібридів кукурудзи.....  | 39 |
| 4.7. Вплив густоти рослин та біопрепаратів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи..... | 41 |
| 4.8. Економічна оцінка вирощування гібридів кукурудзи .....  | 45 |
| Висновки .....   | 50 |
| Рекомендації виробництву.....  | 52 |
| Список використаних джерел.....  | 53 |

## ВСТУП

Виробництво зерна кукурудзи в Україні сьогодні є одним із провідних і стратегічно важливих напрямів розвитку аграрного сектору. За останні роки площі її посівів істотно збільшилися, що зумовлено як високим експортним потенціалом культури, так і стабільним внутрішнім попитом з боку кормовиробництва, харчової та переробної промисловості. Паралельно з розширенням посівних площ активно розробляються та впроваджуються інноваційні технології вирощування кукурудзи, орієнтовані на зниження матеріальних витрат, оптимізацію використання ресурсів, підвищення енергоефективності виробництва та зростання рентабельності. До таких технологій належать ресурсоощадні системи обробітку ґрунту, точне землеробство, оптимізація систем удобрення, диференційоване зрошення, використання високопродуктивних гібридів інтенсивного типу, а також сучасні засоби захисту рослин. Проте на практиці ці технологічні рішення не завжди забезпечують очікувані результати, а в окремих випадках можуть призводити до зниження врожайності або економічної ефективності виробництва. Основною причиною цього є недостатнє врахування біологічних особливостей сучасних гібридів, їхньої генотип–середовищної реакції, адаптивного потенціалу, вимог до умов вологозабезпечення, живлення, густоти стояння рослин та рівня агрофону.

Сучасні гібриди кукурудзи інтенсивного типу характеризуються високим генетичним потенціалом продуктивності, але водночас потребують чітко адаптованих технологій вирощування, які мають бути диференційовані залежно від ґрунтового-кліматичних умов, рівня забезпеченості водою, поживними речовинами, тепловими ресурсами та особливостей агроєкосистеми. Без урахування цих факторів навіть найсучасніші технології не забезпечують повної реалізації потенціалу гібридів.

У зв'язку з цим комплексні дослідження елементів технології вирощування гібридів кукурудзи інтенсивного типу, з урахуванням їхніх генетичних, морфо-біологічних та екологічних особливостей, є надзвичайно

актуальним науково-практичним завданням. Такі дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію густоти посіву, систем удобрення, режимів зрошення, способів обробітку ґрунту та інших агротехнічних прийомів з метою підвищення стабільності врожайності, ефективності використання природних і матеріальних ресурсів, адаптації виробництва до змін клімату.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Кукурудза є однією з провідних зернових культур сучасного світового та вітчизняного землеробства. Вона має високу універсальність використання, оскільки слугує сировиною для кормової, харчової та переробної промисловості, а також є важливим компонентом експортного потенціалу аграрного сектору. У виробничих умовах України кукурудза займає значну частку посівних площ, а її роль посилюється через стабільний попит на зерно та продукти переробки [1]. Водночас сучасне кукурудзівництво стикається з низкою викликів, зумовлених кліматичними змінами, нестабільністю зволоження, зростанням температурного фону, деградаційними процесами ґрунтів і подорожчанням матеріально-технічних ресурсів [2]. У зв'язку з цим підвищення ефективності технологій вирощування, оптимізація густоти стояння рослин і пошук альтернативних або доповнюючих систем живлення та стимуляції росту набувають особливої актуальності [3].

Одним із перспективних напрямів у підвищенні продуктивності кукурудзи розглядають застосування біопрепаратів, які містять корисні мікроорганізми або біологічно активні сполуки, здатні позитивно впливати на живлення, ріст і стійкість рослин. Наукові публікації останніх десятиліть демонструють зростання уваги до біологізації технологій вирощування кукурудзи, зокрема шляхом використання інокулянтів, біостимуляторів, біофунгіцидів, біодобрив та комплексних мікробних препаратів [4–6]. Застосування таких засобів розглядається як важливий елемент ресурсозбереження, зниження хімічного навантаження на агроєкосистеми та підтримання родючості ґрунтів [7].

У літературі широко висвітлюється роль біопрепаратів у покращенні мінерального живлення кукурудзи. Мікробні препарати, що включають



азотфіксувальні бактерії, здатні частково компенсувати дефіцит доступного азоту та активізувати азотний обмін у рослин. Значну увагу приділяють фосфатмобілізувальним мікроорганізмам, які переводять важкодоступні форми фосфору у доступні, тим самим підвищуючи ефективність фосфорного живлення, особливо на ґрунтах із високим рівнем фіксації цього елемента. Окремо дослідники відзначають дію комплексних препаратів, які поєднують кілька функціональних груп мікроорганізмів і можуть забезпечувати синергетичний ефект у живленні та рості рослин [8].

Численні наукові джерела підкреслюють, що ефективність біопрепаратів проявляється не лише через покращення забезпечення рослин елементами живлення, але й завдяки стимулюванню фізіолого-біохімічних процесів. Зокрема, встановлено, що біостимулятори та мікробні комплекси можуть підвищувати енергію проростання, польову схожість насіння, прискорювати формування кореневої системи та надземної маси, посилювати фотосинтетичну активність і збільшувати площу листової поверхні [9]. У результаті відбувається інтенсивніше накопичення сухої речовини, підвищується маса 1000 зерен і поліпшуються показники структури врожаю [10].

Окремий блок досліджень присвячено вивченню впливу біопрепаратів на стійкість кукурудзи до абіотичних стресів, насамперед посухи та високих температур. У роботах зазначається, що деякі штами бактерій здатні синтезувати фітогормони й осмопротектори, активізувати антиоксидантні системи рослин і підвищувати ефективність використання вологи, що особливо важливо в умовах нестійкого зволоження. Також описується здатність біологічних препаратів знижувати негативний вплив ґрунтових патогенів, формувати більш здорову ризосферу та покращувати стан ґрунтової біоти, що в комплексі сприяє зростанню продуктивності посівів [2, 11].

Поряд із цим у літературі акцентується, що реакція кукурудзи на біопрепарати суттєво залежить від агрофону та прийомів технології, серед яких важливе місце посідає густина стояння рослин. Густина є одним із ключових регуляторів продукційного процесу, оскільки визначає рівень внутрішньовидової конкуренції за світло, вологу та елементи живлення. Науковці наголошують, що оптимальна густина залежить від групи стиглості гібридів, їх морфотипу, інтенсивності гілкування, потужності листкового апарату, здатності формувати продуктивний качан за різного рівня конкуренції, а також від ґрунтово-кліматичних умов вирощування [12].

У багатьох джерелах зазначено, що за підвищення густоти посіву посилюється конкуренція між рослинами, що може призводити до зниження індивідуальної продуктивності, зменшення маси зерна з качана, зростання ризику формування дрібнішого зерна, погіршення озерненості та збільшення частки рослин із неповноцінним качаном [13–17]. З іншого боку, недостатня густина може обмежувати сумарну продуктивність посіву через неповне використання світлового простору, ресурсів ґрунту та потенціалу фотосинтезу. Саме тому у виробничій практиці густоту стояння розглядають як один із найбільш пластичних елементів технології, що дозволяє адаптувати посіви до конкретних умов року та рівня забезпечення вологою [18–21].

На перетині цих двох напрямів – застосування біопрепаратів і регулювання густоти – формується важлива наукова проблема: визначення умов, за яких біопрепарати забезпечують максимальний ефект саме в різних режимах щільності посіву. У літературі зустрічаються дані, що ефективність біопрепаратів може зростати за оптимальної густоти, коли рослини мають достатній ресурсний простір для реалізації стимулювального ефекту, а також за умов помірної конкуренції, що підвищує потребу у додатковій мобілізації елементів живлення [22–24]. Водночас у надмірно загущених посівах позитивний ефект біопрепаратів може нівелюватися через критичний дефіцит

світла і вологи, а також обмеження кореневого простору, що знижує можливість реалізації стимулюючих механізмів ризосферних мікроорганізмів [25–28].

Дослідники також підкреслюють, що результативність біологічних препаратів значною мірою залежить від способу застосування. Найпоширенішими є передпосівна обробка насіння, внесення в ґрунт під час сівби, листові обробки у критичні фази розвитку, а також комбіновані схеми [29–32]. У працях наголошується, що передпосівна інокуляція та стартове внесення біопрепаратів особливо важливі для формування потужної кореневої системи на ранніх етапах росту, що має прямий зв'язок із здатністю посіву витримувати конкуренцію при підвищених густотах. Листкові обробки, навпаки, частіше пов'язують із підтриманням фотосинтетичної активності та посиленням обміну речовин у періоди стресу або підвищених потреб у живленні [7, 32, 33].

Головною метою сучасної селекційної науки є створення високоадаптивних гібридів кукурудзи, здатних стабільно реалізовувати генетично зумовлений потенціал урожайності за різноманітних ґрунтово-кліматичних і технологічних умов вирощування. Вирішальну роль у цьому відіграє генетична організація гібридів. Ускладнення їх генетичної формули супроводжується підвищенням буферної здатності генотипу, що забезпечує більшу стійкість агроценозу до несприятливих факторів середовища. Саме така реакція рослинних популяцій стала підґрунтям для формування окремого напрямку селекції сільськогосподарських культур, спрямованого на підвищення гетерогенності агроценозів як чинника стабілізації продукційних процесів [34].

У структурі вітчизняного виробництва насіння кукурудзи провідне місце займають трьохлінійні гібриди та їх модифіковані варіанти. За даними Інституту зернових культур НААН, упродовж останніх п'яти років у

конкурсному сортовипробуванні частка трьохлінійних і простих модифікованих гібридів у середньому становила 51,3 %, а в групі ранньостиглих форм досягала 87,8 %. Поширення цього типу гібридів зумовлене насамперед оптимальним поєднанням високої продуктивності та економічної доцільності виробництва насіння [35]. Встановлено, що прості гібриди як материнські компоненти на гібридизаційних ділянках відзначаються більшою стабільністю і врожайністю порівняно з самозапиленими лініями [34, 36]. Водночас ряд досліджень свідчить, що зі зростанням складності родоводу гібридів імовірність отримання високопродуктивних комбінацій може знижуватися [37, 38].

Компромісним варіантом між перевагами простих гібридів і стабільністю насінництва трьохлінійних форм вважають прості модифіковані гібриди. За генетичною природою вони належать до трьохлінійних або подвійних міжлінійних комбінацій, проте за фенотиповими проявами значною мірою наближаються до простих гібридів [39]. Такі генотипи характеризуються високою зерною продуктивністю та екологічною стабільністю, яка в несприятливі роки не поступається простим міжлінійним гібридам [34]. При цьому стабільність гібридних комбінацій зумовлюється не стільки популяційною буферністю, скільки генетичними особливостями батьківських форм і створених на їх основі гібридів [23].

Серед гібридів, що використовуються у виробництві, домінують трьохлінійні комбінації та їх модифіковані аналоги. За даними багаторічних досліджень, у конкурсному сортовипробуванні Інституту зернових культур НААН їх частка в середньому становила 51,3 %, а в групі ранньостиглих форм сягала 87,8 %. Однією з ключових причин популярності трьохлінійних гібридів є ефективне поєднання високої врожайності із відносно низькою собівартістю насінневого матеріалу [40]. При цьому прості гібриди як материнські форми в умовах гібридизації демонструють вищу стабільність і

продуктивність порівняно з самоzapиленими лініями [41, 42]. Разом із тим, окремі автори зазначають, що надмірне ускладнення генеалогічної структури гібридів може зменшувати ймовірність створення високопродуктивних форм [28, 19].

В Україні розробкою та впровадженням у виробництво високотехнологічних гібридів кукурудзи інтенсивного типу для умов зрошення системно займається Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН. У південному Степу України, за наявності зрошення, створені сприятливі умови для стабільного формування високих урожаїв зерна кукурудзи. Останніми роками спостерігається істотне зростання площ посівів цієї культури та зростання інтересу виробництва до розширення її посівів на зрошуваних землях, що дозволяє забезпечувати гарантовану врожайність. Паралельно відбувається активне впровадження сучасних технологій і новітньої техніки, спрямованих на зниження витрат і підвищення рентабельності виробництва кукурудзи. Проте ефективність цих заходів часто залишається нижчою за очікувану, а інколи супроводжується економічними втратами, що зумовлено ігноруванням біологічних особливостей нових гібридів та їхньої генотип–середовищної реакції на умови вирощування. Нині до Державного реєстру сортів рослин України занесено понад 1000 гібридів кукурудзи, які істотно відрізняються за реакцією на ґрунтово-кліматичні умови, мають різний генетично зумовлений рівень продуктивності та різну “віддачу” на додаткові вкладення у вигляді добрив, засобів захисту рослин і зрошувальної води [43].

Базовим напрямом підвищення врожайності кукурудзи є впровадження гібридів інтенсивного типу з пониженою збиральною вологістю зерна. Важливе значення у формуванні високої врожайності та якості продукції має науково обґрунтований добір гібридів для конкретних агроекологічних умов. Не всі генотипи однаково ефективно реалізують свій потенціал у певному

середовищі, що зумовлює різний рівень фактичної продуктивності. Високопродуктивні гібриди характеризуються інтенсивним споживанням води та елементів живлення, тому потребують відповідного рівня агротехнічного забезпечення. За відсутності належних умов потенційно більш урожайні гібриди можуть не лише не перевищувати за врожайністю менш інтенсивні форми, а й поступатися їм. Це обумовлює необхідність диференційованого підходу до добору гібридів за групами стиглості, напрямками використання та рівнем технологічного забезпечення.

Для максимальної реалізації врожайного потенціалу сучасних гібридів, підвищення їх стійкості до абіотичних і біотичних чинників середовища, поряд із агротехнічними заходами (сівозміни, обробіток ґрунту, строки сівби, захист рослин тощо), важливого значення набуває формування морфо-фізіологічних і гетерозисних моделей гібридів та селекція на їх основі генотипів зі специфічною адаптивністю до агроєкологічних умов. Дотримання науково обґрунтованих моделей культури в процесі створення та добору генотипів сприяє прискореному отриманню нових сортів і гібридів, що поєднують високу врожайність зі стабільністю продукції та покращеними показниками якості зерна [44–47].

Гібриди кукурудзи характеризуються підвищеними вимогами до умов вирощування, більшою чутливістю до дії стресових чинників довкілля та потребують постійної технологічної уваги. Значною мірою це зумовлено індивідуальними біологічними особливостями кожного гібриду, що вимагає обов'язкового врахування технологічних рекомендацій щодо вирощування ділянок гібридизації, а також морфо-біологічних характеристик батьківських форм. Генотип гібриду безпосередньо визначає фенотиповий прояв ознак, тому адаптація технології вирощування повинна базуватися на біологічних особливостях конкретних генотипів і особливостях їх реакції на умови середовища. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають наукові

дослідження, спрямовані на оптимізацію технологічних прийомів вирощування насіння самозапилених ліній кукурудзи як батьківських компонентів перспективних гібридів. Сучасні гібриди потребують впровадження у виробництво з чітко визначеними параметрами технологічних вимог, адаптованих до їх генетичних особливостей [48–51].

Технологія насінництва гібридної кукурудзи формується з урахуванням біологічних властивостей самозапилених ліній. Ці лінії (інбредні форми) створюються шляхом багаторазового примусового самозаплення рослин упродовж 6–8 поколінь, у результаті чого вихідний матеріал переходить у повністю гомозиготний стан, що є нетиповим для перехреснозапильних культур. Такі гомозиготні рослини характеризуються зниженою життєздатністю, ослабленим ростом, низькою продуктивністю та недостатнім розвитком кореневої системи [52].

Більшість морфологічних і фізіолого-біологічних показників самозапилених ліній істотно поступаються аналогічним характеристикам гетерозисних гібридів. Така різниця проявляється в усіх основних біологічних процесах: насіння інбредних ліній довше перебуває у ґрунті до появи сходів, темпи вегетативного росту значно нижчі, а площа листкового апарату в 3–5 разів менша, ніж у гібридів. Унаслідок цього гібриди є значно більш вимогливими до умов вирощування, факторів зовнішнього середовища та завжди потребують підвищеної агротехнологічної уваги [53].

Однією з ключових проблем у насінництві є низька врожайність вихідних форм, особливо материнських ліній. Водночас слід ураховувати, що найбільш високопродуктивними, як правило, є пізньостиглі гібриди. Тому створення простих міжлінійних гібридів доцільно насамперед орієнтувати на південні регіони країни, особливо на зрошувані умови, де прояв гетерозисного ефекту в абсолютних показниках урожайності має вирішальне значення [54–58].

З метою збереження генетичної чистоти самозапилених ліній кукурудзи просторова ізоляція ділянок гібридизації повинна становити не менше 500 м [59].

Дослідження науковців Югославії свідчать, що якість насіння кукурудзи значною мірою визначається агротехнічними й технологічними умовами вирощування, зокрема системою обробітку ґрунту, удобренням, строками сівби, густотою стояння рослин, рівнем контролю бур'янів, а також технологією збирання, сушіння й післязбиральної доробки насіння [60].

У практиці насінництва США збирання насінневих посівів кукурудзи розпочинають у фазі фізіологічної стиглості зерна за вологості 30–40 %, а за загрози пошкодження морозами – навіть при вологості 40–45 % [61].

Подальше зростання врожайності кукурудзи та збільшення обсягів її валових зборів значною мірою залежатиме від ефективності функціонування системи насінництва, її спроможності забезпечувати виробництво генетично чистого насіння батьківських форм у процесі їх розмноження, а також отримання гібридного насіння першого покоління з високими сортовими й посівними якостями [62].

Огляд літератури демонструє, що ключовим фактором успішності біологізації технології є комплексність підходу: біопрепарати не розглядаються як повна заміна мінеральних добрив, а як елемент інтегрованої системи, що підвищує коефіцієнт використання поживних речовин і сприяє стабілізації врожайності в умовах стресових чинників. Підкреслюється також необхідність регіональної адаптації рекомендацій, оскільки ефективність одного й того ж препарату може суттєво відрізнятись залежно від ґрунтових умов, рівня зволоження, температурного режиму та генотипу гібриду.

Таким чином, наявні наукові дані підтверджують перспективність використання біопрепаратів у технологіях вирощування кукурудзи, однак водночас вказують на необхідність поглиблених досліджень у напрямі



визначення оптимальних поєднань густоти стояння рослин і біологічних препаратів для різних гібридів та умов вирощування. Саме встановлення таких закономірностей дозволить підвищити ефективність використання ресурсів, забезпечити стабільність урожайності, зменшити ризики виробництва в умовах кліматичних змін і сприяти переходу до більш екологічно збалансованих систем землеробства.

## РОЗДІЛ 2

### ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Польові досліді проведені в (2024–2025 рр.) на дослідному полі Науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ.

Рельєф території переважно рівнинний, місцями з окремими підвищеннями висотою 150–300 м над рівнем моря. Ґрунтові води залягають відносно близько до поверхні та характеризуються значним вмістом вуглекислих солей кальцію. Білоцерківська рівнина є складовою частиною Придніпровського підвищення. У ландшафтній структурі регіону домінують рівнинні та рівнинно-хвилясті форми рельєфу. Природна рослинність Лісостепової зони України в сучасний період майже повністю трансформована внаслідок господарської діяльності людини. У доаграрний період вона була представлена переважно вузьколистими ксерофітними угрупованнями, які не формували суцільного рослинного покриву.

На території дослідного поля основне поширення мають типові чорноземи. Ґрунотворною породою є лес та лесовидні суглинки. Характерною особливістю цих ґрунтів є глибоке проникнення гумусових речовин – до 100–125 см і більше. Вміст гумусу з глибиною поступово знижується, однак навіть на рівні 100–120 см його частка становить близько 20–21 % від загальних запасів гумусу орного шару (0–30 см). У верхніх горизонтах типових чорноземів Лісостепу України концентрація гумусу зазвичай знаходиться в межах 4–6 %.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий, середньогумусний, крупнопилувато-легкосуглинковий, сформований на карбонатному лесі. Карбонати кальцію і магнію залягають на глибині 59–73 см. В орному шарі міститься близько 15 % мулуватих фракцій та 41–49 % ґрунтового пилу, що визначає його фізичні властивості та водно-повітряний режим.

Агрохімічні характеристики орного шару (0–30 см) мають такі значення: вміст гумусу – 3,6 %, загального азоту – 0,307 %; рН сольової витяжки – 6,2; гідролітична кислотність – 2,9 мг-екв.; сума вбирних основ – 18,5 мг-екв.; вміст рухомого фосфору ( $P_2O_5$ ) – 4,08 мг, обмінного калію ( $K_2O$ ) – 7,65 мг на 100 г ґрунту. Агрофізичні властивості типового чорнозему наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. **Характеристика загальних фізичних властивостей чорнозему типового середньогумусного**

| Шар ґрунту | Щільність твердої фази, г/см <sup>3</sup> | Об'ємна маса, г/см <sup>3</sup> | Загальна пористість, % | Максимальна гігроскопічність, % |
|------------|---|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 0-10       | 2,59                                      | 1,20                            | 66,0                   | 5,50                            |
| 10-20      | 2,57                                      | 1,21                            | 54,0                   | 5,51                            |
| 20-30      | 2,63                                      | 1,27                            | 50,0                   | 5,65                            |
| 30-40      | 2,63                                      | 1,26                            | 50,0                   | 5,78                            |
| 40-60      | 2,65                                      | 1,25                            | 54,0                   | 5,66                            |
| 60-80      | 2,65                                      | 1,23                            | 56,0                   | 5,66                            |
| 80-100     | 2,66                                      | 1,20                            | 56,0                   | 6,05                            |

Висока природна родючість типових чорноземів створює передумови для формування значних урожаїв більшості сільськогосподарських культур за умови науково обґрунтованого застосування органічних і мінеральних добрив та раціонального ведення землеробства.

Клімат території характеризується як помірно-континентальний з дефіцитним і нестійким зволоженням. Середня багаторічна річна кількість атмосферних опадів становить у межах 250–700 мм. Близько 60 % цієї кількості припадає на період з квітня по жовтень, з яких 30–40 % випадає в літні місяці. Найбільш рівномірний розподіл опадів спостерігається в осінньо-зимовий період, що відіграє ключову роль у формуванні запасів ґрунтової вологи. Приблизно 55 % загальної кількості опадів припадає на період вегетації кукурудзи (травень–вересень). Основна частина опадів (близько 63 %) випадає

в теплий період року у вигляді злив, що суттєво знижує їх ефективність – фактичне засвоєння вологи ґрунтом не перевищує 20–25 %. Водночас високі температури повітря та низька його відносна вологість спричиняють інтенсивне випаровування води з ґрунту. Коефіцієнт зволоження за Н. Н. Івановим у середньому за рік становить 0,53, а в теплий період – 0,37–0,40. Сухі сильні вітри швидкістю 10–20 м/с спостерігаються в середньому 15–20 днів на рік і негативно впливають на продуктивність агроценозів.

Середньорічна температура повітря становить близько 7,9 °С. Тривалість безморозного періоду коливається в межах 150–185 днів, при цьому перші осінні заморозки зазвичай фіксуються в першій декаді жовтня. Період із середньодобовими температурами вище +10 °С триває 165–170 днів, а сума ефективних температур за цей час становить 1200–1300 °С, що є достатнім для повного досягання сортів кукурудзи, включаючи середньопізні групи стиглості.

Зимовий період характеризується малопотужним сніговим покривом, частими та глибокими відлигами, під час яких температура повітря може підвищуватися до 5–10 °С. Весна відзначається швидким наростанням температурного режиму, внаслідок чого вже у квітні середні денні температури (о 13 годині) досягають 11–13 °С. Літній період зазвичай спекотний і малохмарний. У літньо-осінні місяці часто виникають тривалі бездощові періоди, під час яких вологість ґрунту знижується до рівня мертвого запасу. Осінь характеризується збільшенням кількості похмурих і дощових днів, появою нічних заморозків та поступовим інтенсивним зниженням температурного фону.

## **2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень**

Кукурудза належить до культур із високими потребами у воді, теплі, світлі, елементах живлення та інших чинниках довкілля. Її гібриди істотно різняться за тривалістю вегетаційного періоду, що зумовлює відмінності у вимогах до температурного режиму, вологості та інших екологічних параметрів.

Найвищу продуктивність кукурудза формує на добре структурованих, пухких, аерованих ґрунтах із глибоким гумусовим горизонтом, високою забезпеченістю поживними речовинами та вологою. Оптимальні умови для її росту складаються за реакції ґрунтового розчину в межах рН 5,5–7,0.

Процес проростання насіння починається вже за температури близько +9 °С, однак найсприятливішими умовами для появи дружних сходів є +18–25 °С. За підвищення температури до +32 °С спостерігається уповільнення ростових процесів, а при перевищенні +35 °С ріст рослин практично припиняється.

Для проходження основних етапів органогенезу кукурудзі необхідна певна сума ефективних температур: до появи перших справжніх листків – близько 140 °С, до початку формування качанів – приблизно 700 °С, а до фази цвітіння – близько 1200 °С. Найбільш інтенсивні процеси асиміляції відбуваються за температурного режиму +22–30 °С, тоді як нижня межа фізіологічної активності становить близько +12 °С, а верхня – +38 °С. Надто низькі температури негативно позначаються на перебігу вегетації та розвитку рослин.

Культура є світлолюбною: за високої інтенсивності освітлення спостерігається активніший ріст, прискорене формування листової поверхні, швидше змикання рядків і загалом кращий розвиток рослин.

Упродовж вегетаційного періоду кукурудза на зерно споживає в середньому близько 22 л води на 1 м<sup>2</sup> площі. Найбільша потреба у волозі припадає на фази цвітіння, наливу зерна та дозрівання. Водний режим істотно впливає не лише на врожайність, а й на масу зерна та якість біомаси. Тривалі періоди високих температур (понад +32 °С) у поєднанні з дефіцитом вологи істотно знижують продуктивність культури та негативно позначаються на формуванні врожаю.

Веgetаційний період кукурудзи у 2024 році характеризувався підвищеним температурним фоном протягом усього періоду росту і розвитку рослин. Середньодобові температури повітря були вищими за середньобагаторічні значення, що сприяло інтенсивному проходженню фенологічних фаз та

активному наростанню вегетативної маси. За період травень–вересень було накопичено 2887,2 °С активних температур вище 10 °С, що є достатнім і навіть сприятливим для повної реалізації біологічного потенціалу сучасних гібридів кукурудзи та формування високого рівня продуктивності.

Разом із тим, метеорологічні умови 2024 року відзначалися суттєвим дефіцитом атмосферних опадів, особливо в критичні фази розвитку культури – періоди викидання волоті, цвітіння та наливу зерна. Нерівномірний розподіл опадів і тривалі бездошові періоди призвели до зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті, що негативно вплинуло на процеси запліднення, формування качанів і наливу зерна. У результаті, незважаючи на сприятливий температурний режим, водний стрес став основним лімітуючим фактором, який обмежував реалізацію врожайного потенціалу кукурудзи та зумовив зниження її зернової продуктивності.

Погодні умови вегетаційного періоду 2025 року загалом відповідали середньобагаторічним кліматичним показникам для умов Білоцерківського району Київської області. Температурний режим був помірно теплим і стабільним, без різких температурних аномалій, що створювало сприятливі умови для рівномірного росту і розвитку рослин кукурудзи на всіх етапах органогенезу.

За період травень–вересень було накопичено 2918,3 °С активних температур вище 10 °С, що є оптимальним показником для повноцінного проходження всіх фаз вегетації та формування високої продуктивності культури. Теплозабезпечення сприяло активному фотосинтезу, інтенсивному росту надземної маси, формуванню генеративних органів і наливу зерна.

В цілому ріст і розвиток рослин кукурудзи у 2025 році відбувалися в межах оптимальних агрометеорологічних умов протягом усього вегетаційного періоду. Поєднання сприятливого температурного режиму та більш збалансованих умов вологозабезпечення, порівняно з 2024 роком, забезпечило кращі передумови для реалізації потенційної врожайності гібридів кукурудзи та формування стабільної зернової продуктивності культури.

## РОЗДІЛ 3

### МЕТА, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Мета та завдання досліджень

Метою досліджень було встановити вплив густоти рослин та обробітку біологічними препаратами на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах НВЦ БНАУ. Для досягнення поставленої мети програмою досліджень передбачалось вирішити наступні завдання досліджень:

- визначити особливості росту, розвитку та формування біометричних показників рослин кукурудзи за різних густот та обробітку біологічними препаратами;
- розкрити вплив густот стояння та обробітку біологічними препаратами на фотосинтетичні показники рослин;
- встановити зміну урожайності зерна гібридів кукурудзи залежно від досліджуваних факторів;
- провести оцінку економічної ефективності вирощування гібридів залежно від застосування технологічних рішень.

#### 3.2. Схема досліду та методики досліджень

Схема досліду наведена в таблиці 2.

Таблиця 2. Схема досліду

| Гібриди кукурудзи<br>(фактор А) | Обробка препаратом<br>(фактор В) | Густота рослин,<br>тис.шт./га<br>(фактор С) |
|---------------------------------|----------------------------------|---|
| ДМС Юніті (ФАО 170)             | контроль, без обробки            | 80  |
|                                 | Гумісол                          |   |
|                                 | Вуксал Комбі                     |   |
| ДМС САПФІР (ФАО 290)            | контроль, без обробки            | 90  |
|                                 | Гумісол                          |   |
|                                 | Вуксал Комбі                     |   |
| ДМС ТОНУС (ФАО 340)             | контроль, без обробки            | 100   |
|                                 | Гумісол                          |   |
|                                 | Вуксал Комбі                     |   |
| ДМС 4011 (ФАО 420)              | контроль, без обробки            | 100   |
|                                 | Гумісол                          |   |
|                                 | Вуксал Комбі                     |   |

Трифакторний дослід (фактор А – гібриди кукурудзи, В – обробка рослин біологічно активними препаратами, С – густина рослин) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Посівна площа ділянок складала 30,0 м<sup>2</sup>, облікова – 20,0 м<sup>2</sup>. Дослідження проводили у трикратній повторності.

Обробку гібридів кукурудзи проведено двома біологічними препаратами: Вуксал Комбі та Гумісол, що внесені до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Препаратом Вуксал Комбі рослини обробляли двічі: у фазу 7–8 листків та викидання волоті (норма застосування – 1 л/га), препаратом Гумісол обробляли насіння (з розрахунку 2 л/т) та обприскували рослини (1,5 л/га) в фазу 7–8 листків.

У ході виконання досліджень було використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів:

1. польовий – для систематичних спостережень за ростом і розвитком рослин, впливом погодно-кліматичних умов та інших факторів середовища;
2. візуальний – з метою фіксації фенологічних змін і фаз розвитку рослин кукурудзи;
3. вимірювально-ваговий – для визначення біометричних показників росту і розвитку рослин, зокрема параметрів фотосинтетичної діяльності (площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу), елементів структури врожаю та рівня урожайності;
4. лабораторний – для аналізу вмісту основних елементів живлення (NPK) у ґрунті та визначення показників якості зерна;
5. математично-статистичний – для проведення дисперсійного аналізу та статистичної обробки експериментальних даних з метою оцінки достовірності отриманих результатів;
6. розрахунково-порівняльний – для аналізу економічної ефективності окремих елементів технології вирощування кукурудзи.

Фенологічні спостереження здійснювали на постійно закріплених 100 рослинах у двох просторово розділених повтореннях. Реєстрували настання основних фаз росту і розвитку кукурудзи: сходи, фази 3–5, 7 та 11 листків,



цвітіння, молочна, воскова та повна стиглість зерна. Облік проводили візуальним способом: фіксували початок фази за умови входження в неї 10 % рослин і повну фазу – при досягненні 75 % рослин. Додатково відмічали календарні дати сівби та збирання врожаю.

Висоту рослин і площу асиміляційної поверхні листя визначали в основні фази органогенезу шляхом промірів 100 типових для кожного варіанта рослин у двох несуміжних повтореннях. До фази цвітіння висоту вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки найдовшого листка, а після викидання волоті – від рівня ґрунту до верхньої точки волоті.

Площу листкової поверхні визначали лінійним методом за допомогою двох параметрів – ширини та довжини листя (формула 1):

$$S = k \times l \times n, \quad (1)$$

де  $S$  - площа листа,  $\text{см}^2$ ;

$k$  - середній поправочний коефіцієнт, рівний 0,75;

$l$  - довжина листа,  $\text{см}$ ;

$n$  - ширина листа у найширшому місці,  $\text{см}$ .

Враховували площу тільки у фізіологічно повноцінних листків. Кількість відібраних рослин – 100, повторність дворазова.

Фотосинтетичний потенціал посіву розраховували за формулою (2):

$$\text{ФП} = \frac{(\text{Л}_1 + \text{Л}_2) \times n_1 + (\text{Л}_2 + \text{Л}_3) \times n_2 + \dots (\text{Л}_{n-1} + \text{Л}_n) \times n_n}{2}, \quad (2)$$

де ФП - фотосинтетичний потенціал,  $\text{м}^2 \cdot \text{дїб}$ ;

$\text{Л}_1, \text{Л}_2, \text{Л}_3 \dots \text{Л}_n$  - площа листків на 1 га посіву в відповідні строки визначення,  $\text{м}^2/\text{га}$ ;

$n_1, n_2 \dots n_n$  - кількість днів між двома відповідними визначеннями.

У ключові фази росту й розвитку кукурудзи здійснювали відбір рослинного матеріалу для визначення приросту сирої та сухої маси надземних органів. Для цього в кожному варіанті відбирали по 10 типових рослин у двох просторово розділених повтореннях досліду. Після зважування рослини

подрібнювали, з отриманої маси відбирали по три проби по 100 г, які фіксували на водяній бані та висушували до повітряно-сухого стану, після чого досушували в сушильній шафі при температурі 100–105 °С до досягнення постійної маси.

Збирання врожаю та його облік проводили у фазу повної стиглості зерна шляхом ручного зважування качанів з усієї облікової площі кожної ділянки. Вологість зерна, вихід зерна з урожаю качанів, а також вихід кондиційного насіння визначали в середніх пробах качанів (по 50 шт.), які відбирали під час збирання окремо для кожної облікової ділянки [63].

Отримані дані врожайності піддавали дисперсійному аналізу та статистичній обробці з використанням комп'ютерної техніки відповідно до загальноприйнятих методичних рекомендацій щодо проведення польових дослідів. Обробку результатів здійснювали за допомогою персонального комп'ютера та програмного забезпечення Microsoft Office Excel [64].

Розрахунок економічної ефективності окремих елементів технології вирощування кукурудзи проводили на основі типових технологічних карт виробництва зернових культур із використанням цін 2025 маркетингового року.

### **3.3. Технологія вирощування кукурудзи в досліді**

Технологія вирощування кукурудзи в досліді була адаптована до ґрунтово-кліматичних умов Київської області та відповідає загальноприйнятим зональним агротехнічним вимогам для інтенсивної технології вирощування культури.

Попередником у сівозміні була озима пшениця, що забезпечувало належний фітосанітарний стан поля та оптимальні умови для підготовки ґрунту. Основний обробіток ґрунту включав лущення стерні після збирання попередника та зяблеву оранку. Навесні проводили ранньовесняне боронування, передпосівну культивуацію та вирівнювання поверхні ґрунту з метою створення оптимального насінневого ложа.

Сівбу кукурудзи здійснювали у оптимальні агротехнічні строки за досягнення температури ґрунту на глибині загортання насіння не нижче +10...+12 °С. Насіння висівали пунктирним способом із дотриманням заданих схем густоти стояння рослин відповідно до факторів досліду. Глибина загортання насіння становила 5–6 см залежно від вологості ґрунту.

Для контролю бур'янової рослинності використовували ґрунтовий гербіцид Харнес (2,0 л/га), який вносили відразу після сівби під передсходове боронування. У період вегетації, за необхідності, проводили післясходовий захист посівів страховими гербіцидами селективної дії проти однорічних і багаторічних злакових та дводольних бур'янів (зокрема препарати на основі мезотріону, нікосульфурону та дикамби).

Захист від шкідників здійснювали шляхом передпосівного протруювання насіння інсектицидно-фунгіцидними препаратами системної дії, що забезпечувало захист сходів на початкових етапах росту. У разі необхідності в період вегетації застосовували інсектицидні обробки проти комплексу листогризухих і сисних шкідників. Для профілактики та стримування розвитку хвороб за сприятливих для інфекційних процесів погодних умов проводили фунгіцидні обробки у фазі 6–10 листків.

Збирання врожаю кукурудзи проводили зернозбиральним комбайном John Deere з індивідуальним обмолотом кожної облікової ділянки. Збір урожаю здійснювали у фазі повної стиглості зерна, за досягнення фізіологічної стиглості та зниження вологості зерна до кондиційних показників, що забезпечувало точність обліку врожайності та якісних показників зерна.

Технологія вирощування кукурудзи в досліді забезпечувала комплексний підхід до формування продуктивності культури з урахуванням генетичних особливостей гібридів, агротехнічних заходів, системи живлення, захисту рослин та оптимальних параметрів густоти стояння.

## РОЗДІЛ 4

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 4.1. Стійкість гібридів кукурудзи до ураження хворобами та шкідниками

Кукурудза є культурою, що уражується широким спектром інфекційних хвороб, збудники яких відрізняються біологічними властивостями, особливостями життєвих циклів і специфікою прояву симптомів ураження.

Однією з найпоширеніших хвороб є пухирчаста сажка кукурудзи (*Ustilago zeae* Beckm.). Вона трапляється практично в усіх зонах вирощування культури, проте найбільшої шкоди завдає у напівпосушливих районах центральної частини степової зони, особливо за вирощування чутливих гібридів, де рівень ураження може сягати 10–25 % рослин. Ступінь шкодочинності хвороби визначається локалізацією ураження, фазою розвитку рослин і масштабами поширення інфекції. Найсприятливішими умовами для розвитку пухирчастої сажки є підвищені температури повітря, періодичні посухи, а також ушкодження рослин шкідниками (шведська муха, хлібні блішки, стебловий кукурудзяний метелик та інші комахи), механічні травми під час обробітку ґрунту й вплив пилових вітрів.

Фузаріоз (*Fusarium moniliforme* Scheld.) є однією з найбільш складних фітопатологічних проблем у посівах кукурудзи, що зумовлено наявністю великої кількості видів роду *Fusarium*, здатних викликати захворювання. Фузаріозні кореневі та стеблові гнилі особливо поширені й небезпечні в умовах зрошення на півдні України, де їх розвиткові сприяють зволоження ґрунту та високі температури повітря. Шкодочинність хвороби проявляється у зрідженні посівів, зменшенні густоти стеблостою, зниженні продуктивності уражених рослин. Сильне ураження качанів призводить до зменшення їх довжини, маси зерна, погіршення якості насіння та втрати його схожості.

Досліджувані біопрепарати виявили позитивний вплив на підвищення стійкості рослин до грибних захворювань. Зокрема, у гібриду ДМС Юніті всі

застосовані біопрепарати сприяли зменшенню проявів пухирчастої сажки кукурудзи: препарат Гумісол знизив рівень ураження на 1,9 %, а Вуксал Комбі – на 3,0 %, що свідчить про їхню захисну та імуностимулюючу дію (табл.3).

**Таблиця 3. Вплив обробітку біопрепаратами на інтенсивність ураження гібридів кукурудзи шкідливими організмами (середнє 2024–2025)**

| Гібриди кукурудзи (фактор А) | Обробіток біопрепаратами (фактор В) | Інтенсивність ураження, %  |                 |                                  |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------------|
|                              |                                     | Пухирчаста сажка кукурудзи | Фузаріоз качана | Стебловий (кукурудзяний) метелик |
| ДМС ЮНІТІ                    | Контроль (без)                      | 11,2                       | 14,2            | 11,2                             |
|                              | Гумісол                             | 9,3                        | 12,3            | 10,9                             |
|                              | Вуксал Комбі                        | 8,2                        | 11,5            | 9,5                              |
| ДМС САПФІР                   | Контроль (без)                      | 12,4                       | 12,7            | 11,2                             |
|                              | Гумісол                             | 10,3                       | 11,4            | 11,0                             |
|                              | Вуксал Комбі                        | 10,3                       | 9,5             | 9,2                              |
| ДМС ТОНУС                    | Контроль (без)                      | 12,1                       | 13,7            | 11,3                             |
|                              | Гумісол                             | 10,6                       | 11,3            | 11,2                             |
|                              | Вуксал Комбі                        | 8,2                        | 11,7            | 9,5                              |
| ДМС 4011                     | Контроль (без)                      | 11,8                       | 13,3            | 10,9                             |
|                              | Гумісол                             | 9,6                        | 12,4            | 11,0                             |
|                              | Вуксал Комбі                        | 7,8                        | 11,4            | 8,1                              |
| НІР <sub>05</sub>            | Фактор А                            | 0,12                       | 0,12            | 0,41                             |
|                              | Фактор В                            | 0,53                       | 0,71            | 0,24                             |

У середньораннього гібриду ДМС САПФІР відмічено зниження інтенсивності прояву пухирчастої сажки кукурудзи за використання біопрепарату Гумісол на 2,18 %, тоді як застосування Вуксал Комбі забезпечило зменшення ураженості на 2,1 %. У середньостиглого гібриду ДМС ТОНУС вплив біопрепаратів також був позитивним: Гумісол знизив рівень розвитку хвороби на 1,5 %, а Вуксал Комбі – на 3,9 %. Аналогічна тенденція спостерігалась і у пізньостиглого гібриду ДМС 4011, де застосування Гумісолу призвело до зменшення ураження пухирчастою сажкою на 2,2 %, а Вуксал Комбі – на 4,0 %.

Найбільш виражений захисний ефект серед мікробіологічних препаратів продемонстрував Гумісол на пізньостиглому гібриді ДМС 4011, де рівень ураженості пухирчастою сажкою знизився з 12,1 до 7,9 %.

Технічна ефективність біопрепарату Вуксал Комбі щодо фузаріозу качана (*Fusarium moniliforme* Scheld.) коливалася в межах 6,8–19,6 %, тоді як препарат Гумісол забезпечував вищий рівень захисної дії – від 13,7 до 25,2 %, що свідчить про його більш виражений вплив на обмеження розвитку фузаріозної інфекції (табл. 4).

**Таблиця 4. Технічна ефективність біопрепаратів у посівах кукурудзи (середнє 2024–2025)**

| Гібриди кукурудзи (фактор А) | Обробіток біопрепаратами (фактор В) | Технічна ефективність, %   |                  |                                  |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------------|
|                              |                                     | Пухирчаста сажка кукурудзи | Фузаріо з качана | Стебловий (кукурудзяний) метелик |
| ДМС ЮНІТІ                    | Без обробки                         | -                          | -                | -                                |
|                              | Гумісол                             | 17,0                       | 12,9             | 14,2                             |
|                              | Вуксал Комбі                        | 26,8                       | 22,9             | 13,7                             |
| ДМС САПФІР                   | Без обробки                         | -                          | -                | -                                |
|                              | Гумісол                             | 16,9                       | 10,4             | 18,6                             |
|                              | Вуксал Комбі                        | 17,0                       | 25,4             | 17,7                             |
| ДМС ТОНУС                    | Без обробки                         | -                          | -                | -                                |
|                              | Гумісол                             | 13,3                       | 19,8             | 23,5                             |
|                              | Вуксал Комбі                        | 32,1                       | 13,9             | 14,9                             |
| ДМС 4011                     | Без обробки                         | -                          | -                | -                                |
|                              | Гумісол                             | 17,0                       | 7,0              | 27,3                             |
|                              | Вуксал Комбі                        | 33,8                       | 16,8             | 26,1                             |

Технічна ефективність біопрепарату Вуксал Комбі при зараженні рослин кукурудзи стебловий (кукурудзяним) метеликом становила від 13,7 до 26,1%, біопрепарат Гумісол показав технічну ефективність від 14,1 до 27,3 %.

#### **4.2. Біометричні показники гібридів кукурудзи**

Встановлено, що серед морфологічних характеристик кукурудзи, які визначають її придатність до механізованого збирання, провідну роль відіграють висота рослин і рівень розміщення качанів на стеблі [65]. Для ефективного машинного вирощування та збирання гібридів кукурудзи вирішальне значення

має саме висота прикріплення качанів. Цей показник формується під впливом генетичних особливостей рослин і конкретних умов їх вирощування. За механізованого збирання важливо, щоб качани формувалися рівномірно та на оптимальному рівні, оскільки як надто низьке їх розміщення (30–50 см) зумовлює значні втрати зерна під час збирання (15–20 % і більше), так і надмірно високе прикріплення (понад 110 см) є небажаним через підвищення енергетичних і технологічних витрат на збирання [66].

Висота закладання качанів є генетично зумовленою ознакою, однак вона істотно модифікується під впливом агротехнічних прийомів і екологічних факторів. За даними наукових джерел, між висотою прикріплення качанів і загальною висотою рослин існує тісний прямий кореляційний зв'язок [15, 24, 67]. Обидві ці характеристики є складовими біологічної організації гібридів кукурудзи та перебувають у стабільних співвідношеннях з іншими морфологічними ознаками, типовими для певних груп стиглості [68]. Вони безпосередньо впливають на якість і продуктивність процесу збирання, його швидкість, енерговитрати, а також на технологічні показники зерна й насінневого матеріалу [69–70].

Сучасні гібриди інтенсивного типу мають більш збалансовану морфологічну структуру, що поєднує помірну висоту рослин із оптимальним розміщенням качанів, адаптованим до комбайнового збирання. Оптимальне поєднання висоти рослин і висоти прикріплення качана сприяє кращій стійкості посівів до вилягання, зменшенню втрат урожаю при збиранні та підвищенню ефективності використання фотосинтетично активної радіації. Така архітектоніка рослин дозволяє зменшити механічні втрати зерна, підвищити швидкість збирання та знизити енергетичні витрати на одиницю продукції. Крім того, доведено, що стабільність прояву цих ознак у різних ґрунтово-кліматичних умовах є важливим критерієм адаптивності гібридів і має враховуватися як у селекційних програмах, так і при розробці зональних технологій вирощування кукурудзи.

Аналіз матеріалів таблиці 5 показує, що висота рослин істотно варіювала залежно від генотипових особливостей гібридів, рівня густоти стояння рослин і застосування біопрепаратів.

**Таблиця 5. Висота рослин гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин та дії біологічних препаратів (середнє 2024–2025), см**

| Гібрид кукурудзи<br>(фактор А) | Густота<br>рослин<br>тис. р/га<br>(фактор В) | Обробіток препаратами<br>(фактор С) |         |                 |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|---------|-----------------|
|                                |  | Контроль,<br>без обробітку          | Гумісол | Вуксал<br>Комбі |
| ДМС ЮНІТІ<br>(ФАО 170)         | 80   | 193,5                               | 195,1   | 196,2           |
|                                | 90   | 194,2                               | 196,2   | 197,2           |
|                                | 100  | 199,8                               | 200,9   | 203,6           |
| <b>Середнє</b>                 |  | 195,8                               | 197,4   | 199,0           |
| ДМС САПФІР<br>(ФАО 290)        | 80   | 215,1                               | 216,2   | 218,6           |
|                                | 90   | 219,1                               | 221,1   | 224,1           |
|                                | 100  | 222,5                               | 224,9   | 226,7           |
| <b>Середнє</b>                 |  | 218,9                               | 220,7   | 223,1           |
| ДМС ТОНУС<br>(ФАО 340)         | 80   | 183,6                               | 186,1   | 187,2           |
|                                | 90   | 189,9                               | 191,0   | 193,7           |
|                                | 100  | 194,2                               | 195,3   | 196,4           |
| <b>Середнє</b>                 |  | 189,2                               | 190,8   | 192,4           |
| ДМС 4011<br>(ФАО 420)          | 80   | 192,8                               | 194,9   | 196,7           |
|                                | 90   | 195,4                               | 198,0   | 199,2           |
|                                | 100  | 198,0                               | 200,4   | 202,2           |
| <b>Середнє</b>                 |  | 195,4                               | 197,8   | 199,4           |

Дослідні дані засвідчили, що найінтенсивніше лінійне наростання рослин кукурудзи відбувалося до настання фази цвітіння качанів. Саме в цей період фіксувалося найбільше збільшення висоти стебла, яке суттєво різнилося залежно від варіантів дослідю. У контрольних умовах висота рослин гібридів різних груп стиглості змінювалася в межах від 176,3 до 215,2 см.

Встановлено, що належність гібридів до певної групи стиглості не визначала однозначно рівень їх висоти на різних етапах онтогенезу. Найбільш високорослим у середньому за дослідом був гібрид ДМС САПФІР (ФАО 290) –



213,3 см, тоді як у гібридів ДМС ТОНУС і ДМС 4011 цей показник був нижчим і становив відповідно 183,2 та 189,5 см.

Суттєвий вплив на формування висоти рослин мала густина стояння. Отримані результати дали змогу виявити чітку реакцію культури на щільність агроценозу: максимальні показники висоти в період цвітіння спостерігалися за найбільш загущених посівів, тоді як зменшення густоти супроводжувалося скороченням лінійного росту стебел. Подібна закономірність простежувалася у всіх досліджуваних гібридів. Посилення конкуренції між рослинами за ресурси за умов достатнього вологозабезпечення стимулювало вертикальний ріст. Так, у гібриду ДМС ЮНІТІ висота стебла зростала на 2,3 % при збільшенні густоти з 80 до 100 тис. рослин/га, у ДМС САПФІР – на 4,9 %, у ДМС ТОНУС – на 4,9 %, у ДМС 4011 – на 3,1 %.

Застосування біопрепаратів також позитивно позначилося на ростових процесах. Найбільш виражений ефект проявив препарат Вуксал Комбі, який забезпечував приріст висоти рослин порівняно з контролем на 1,9–3,8 см. Препарат Гумісол у середньому за дослідом мав менш виражений вплив на лінійний ріст, забезпечуючи приріст у межах 0,3–2,4 см.

Важливою технологічною ознакою гібридів кукурудзи є висота прикріплення продуктивного (верхнього) качана, оскільки його низьке розміщення зумовлює значні втрати врожаю під час механізованого збирання. У досліді цей показник варіював у досить широких межах – від 92,6 до 106,3 см (табл. 6). Найвище розташування качана відмічено у середньораннього гібриду ДМС САПФІР, тоді як найнижчі значення характерні для середньопізнього гібриду ДМС ТОНУС. Застосування біопрепаратів сприяло підвищенню висоти прикріплення качана в середньому на 0,6–1,8 см.

Висота закладання качанів змінювалася аналогічно до висоти рослин: у загущених посівах продуктивні качани формувалися на більшій висоті стебла, ніж у розріджених варіантах. У ході досліджень встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між висотою рослин і рівнем прикріплення качанів ( $r = 0,89$ ), що свідчить про їхню морфофункціональну взаємозалежність.

Таблиця 6. Висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана гібридів кукурудзи (середнє 2024–2025), см

| Гібрид кукурудзи (фактор А) | Густота рослин тис. шт/га (фактор В) | Обробіток препаратами (фактор С) |         |              |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------|--------------|
|                             |                                      | Контроль, без обробітку          | Гумісол | Вуксал Комбі |
| ДМС ЮНІТІ (ФАО 170)         | 80                                   | 94,7                             | 95,4    | 97,2         |
|                             | 90                                   | 95,9                             | 96,5    | 98,0         |
|                             | 100                                  | 96,6                             | 97,4    | 99,6         |
| <b>Середнє</b>              |                                      | 95,7                             | 96,4    | 98,3         |
| ДМС САПФІР (ФАО 290)        | 80                                   | 102,2                            | 102,8   | 104,0        |
|                             | 90                                   | 103,0                            | 103,4   | 105,1        |
|                             | 100                                  | 107,2                            | 107,8   | 109,2        |
| <b>Середнє</b>              |                                      | 104,1                            | 104,7   | 106,1        |
| ДМС ТОНУС (ФАО 340)         | 80                                   | 85,8                             | 86,4    | 88,8         |
|                             | 90                                   | 86,6                             | 87,4    | 89,2         |
|                             | 100                                  | 89,6                             | 90,6    | 92,6         |
| <b>Середнє</b>              |                                      | 87,3                             | 88,1    | 90,2         |
| ДМС 4011 (ФАО 420)          | 80                                   | 94,6                             | 96,6    | 98,2         |
|                             | 90                                   | 95,9                             | 96,9    | 98,5         |
|                             | 100                                  | 98,0                             | 99,1    | 100,8        |
| <b>Середнє</b>              |                                      | 96,2                             | 97,5    | 99,2         |

Важливим елементом аналізу було визначення ролі окремих біометричних показників у формуванні врожайності гібридів кукурудзи. Отримані результати показали, що між висотою рослин і рівнем урожайності зерна відсутній істотний кореляційний зв'язок. Зокрема, у фазу молочної стиглості коефіцієнт кореляції між висотою рослин і врожайністю зерна становив лише +0,28, що вказує на практичну незалежність цих показників у формуванні продуктивності гібридів.

#### 4.3. Площа асиміляційної поверхні однієї рослини гібридів кукурудзи

Встановлено, що площа листкової поверхні однієї рослини була досить мінливою і залежала від генотипу гібриду, густоти рослин і обробітку препаратами. Максимальні значення площі листкової поверхні у фазу цвітіння качанів у всіх варіантах дослідження спостерігали у середньопізнього гібриду ДМС 4011 за густоти 80 тис. шт/га – 0,579 м<sup>2</sup>/рослину (табл. 7).

Таблиця 7. Площа асиміляційної поверхні однієї рослини гібридів кукурудзи у фазу цвітіння (середнє 2024–2025), м<sup>2</sup>/рослину

| Гібрид кукурудзи<br>(фактор А) | Густота<br>рослин<br>тис. шт/га<br>(фактор В) | Обробіток препаратами<br>(фактор С) |         |                 |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|---------|-----------------|
|                                |   | Контроль,<br>без обробітку          | Гумісол | Вуксал<br>Комбі |
| ДМС ЮНІТІ<br>(ФАО 170)         | 80  | 0,373                               | 0,386   | 0,462           |
|                                | 90  | 0,357                               | 0,380   | 0,458           |
|                                | 100   | 0,349                               | 0,366   | 0,442           |
| <b>Середнє</b>                 |   | 0,360                               | 0,377   | 0,454           |
| ДМС САПФІР<br>(ФАО 290)        | 80  | 0,399                               | 0,424   | 0,497           |
|                                | 90  | 0,391                               | 0,409   | 0,486           |
|                                | 100   | 0,380                               | 0,401   | 0,468           |
| <b>Середнє</b>                 |   | 0,390                               | 0,411   | 0,484           |
| ДМС ТОНУС<br>(ФАО 340)         | 80  | 0,487                               | 0,486   | 0,559           |
|                                | 90  | 0,466                               | 0,467   | 0,548           |
|                                | 100   | 0,445                               | 0,453   | 0,529           |
| <b>Середнє</b>                 |   | 0,466                               | 0,469   | 0,545           |
| ДМС 4011<br>(ФАО 420)          | 80  | 0,499                               | 0,503   | 0,579           |
|                                | 90  | 0,483                               | 0,486   | 0,554           |
|                                | 100   | 0,456                               | 0,470   | 0,538           |
| <b>Середнє</b>                 |   | 0,479                               | 0,486   | 0,557           |

Найбільші показники площі асиміляційної поверхні в рослин кукурудзи зафіксовано за густоти 80 тис. рослин/га – у межах 0,373–0,457 м<sup>2</sup> на одну рослину, тоді як мінімальні значення відмічалися за загущення посівів до 100 тис. рослин/га – 0,349–0,538 м<sup>2</sup>/рослину. Таким чином, підвищення густоти стеблостою зумовлювало зменшення площі асиміляційної поверхні на 0,9–3,9 % залежно від генотипу гібрида.

Застосування біологічно активних препаратів позитивно вплинуло на розвиток листкового апарату кукурудзи. При цьому приріст площі листків у гібридів з ФАО 170 і 290 був вищим (на 0,026–0,038 м<sup>2</sup>/рослину), ніж у гібридів із ФАО 340 та 420 (на 0,012–0,023 м<sup>2</sup>/рослину). У середньому по досліді використання препарату Гумісол забезпечувало збільшення площі асиміляційної поверхні на 0,022 м<sup>2</sup>/рослину, а Вуксал Комбі – на 0,031 м<sup>2</sup>/рослину.

Для оцінки взаємозв'язку між розвитком листкового апарату та продуктивністю культури проведено кореляційний аналіз, який показав наявність прямого кореляційного зв'язку середньої сили між площею листків однієї рослини та врожайністю зерна гібридів кукурудзи ( $r = 0,71$ ). Це свідчить про те, що збільшення асиміляційної поверхні рослин, зумовлене як групою стиглості гібридів, так і застосуванням біопрепаратів Гумісол та Вуксал Комбі, сприяє підвищенню зернової продуктивності.

Загалом обробка посівів кукурудзи біопрепаратами позитивно впливає на формування основних біометричних показників – висоту рослин, рівень прикріплення качана та площу асиміляційної поверхні, що комплексно підвищує продуктивний потенціал гібридів.

#### **4.4. Площа асиміляційної поверхні посівів гібридів кукурудзи**

Для оптимізації продукційних процесів і реалізації максимально можливого врожайного потенціалу кукурудзи ключове значення має розвиток листкового апарату, який забезпечує поглинання сонячної радіації в процесі фотосинтезу та синтез органічної речовини. Ефективність фотосинтетичної діяльності безпосередньо визначається площею листкової поверхні рослин, формування якої значною мірою залежить від структури посіву, зокрема від густоти стояння рослин. Одним із дієвих шляхів більш повного використання фотосинтетично активної радіації є прискорений розвиток асиміляційного апарату на ранніх етапах вегетації, що досягається завдяки застосуванню факторів інтенсифікації технології вирощування, зокрема оптимізації густоти рослин та використанню сучасних рістрегулюючих біопрепаратів [45, 56, 68].

Використання біологічно активних препаратів у технологіях вирощування кукурудзи також сприяє посиленню фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, активізації росту листків, подовженню періоду їх активного функціонування та підвищенню інтенсивності фотосинтезу. У поєднанні з раціонально підбраною густотою стояння рослин це створює передумови для формування оптимальної листкової поверхні посіву, що забезпечує стабільне накопичення біомаси,

ефективну реутилізацію асимілянтів та зростання зернової продуктивності кукурудзи в різних агроекологічних умовах.

Площа листової поверхні посіву була досить мінливою і залежала від досліджуваних факторів (табл. 8).

**Таблиця 8. Площа асиміляційної поверхні гібридів кукурудзи у фазу цвітіння (середнє 2024–2025), тис. м<sup>2</sup>/га**

| Гібрид кукурудзи<br>(фактор А) | Густота<br>рослин<br>тис. шт./га<br>(фактор В) | Обробіток препаратами<br>(фактор С) |         |                 |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|---------|-----------------|
|                                |  | Контроль,<br>без обробітку          | Гумісол | Вуксал<br>Комбі |
| ДМС ЮНІТІ<br>(ФАО 170)         | 80   | 26,2                                | 28,1    | 29,1            |
|                                | 90   | 28,4                                | 31,3    | 32,6            |
|                                | 100  | 31,1                                | 33,7    | 35,0            |
| <b>Середнє</b>                 |  | 28,6                                | 31,0    | 32,2            |
| ДМС САПФІР<br>(ФАО 290)        | 80   | 28,1                                | 30,7    | 31,6            |
|                                | 90   | 31,2                                | 33,6    | 34,9            |
|                                | 100  | 33,8                                | 36,8    | 37,3            |
| <b>Середнє</b>                 |  | 31,0                                | 33,7    | 34,6            |
| ДМС ТОНУС<br>(ФАО 340)         | 80   | 34,2                                | 35,1    | 35,9            |
|                                | 90   | 37,2                                | 38,3    | 39,8            |
|                                | 100  | 39,7                                | 41,5    | 42,8            |
| <b>Середнє</b>                 |  | 37,0                                | 38,3    | 39,5            |
| ДМС 4011<br>(ФАО 420)          | 80   | 35,1                                | 36,3    | 37,3            |
|                                | 90   | 38,5                                | 39,8    | 40,3            |
|                                | 100  | 40,7                                | 43,1    | 43,6            |
| <b>Середнє</b>                 |  | 38,1                                | 39,7    | 40,4            |

Встановлено, що найінтенсивніше формування листової поверхні у всіх досліджуваних варіантах відбувалося у фазу цвітіння рослин. Водночас виявлено суттєві відмінності у дії окремих факторів досліду на величину асиміляційного апарату.

Застосування біопрепаратів сприяло збільшенню площі листової поверхні на 1,7–2,4 тис. м<sup>2</sup>/га. Зокрема, використання препарату Гумісол забезпечило приріст на 1,7 тис. м<sup>2</sup>/га (5,3 %), тоді як обробка Вуксал Комбі – на 2,4 тис. м<sup>2</sup>/га (7,5 %).

Загущення посівів з 80 до 90 і 100 тис. рослин/га також супроводжувалося зростанням площі асиміляційного апарату на 2,5–6,3 тис. м<sup>2</sup>/га, що відповідало 8,6–18,2 % залежно від варіанта досліду.

Суттєвий вплив на формування листкової поверхні мав і генотип гібрида. Найвищі показники були зафіксовані у пізньостиглого гібрида ДМС 4011 – 40,4 тис. м<sup>2</sup>/га, тоді як найменші – у гібрида ДМС ЮНІТІ (31,1 тис. м<sup>2</sup>/га). Максимальна площа листкової поверхні спостерігалась у гібрида ДМС 4011 за густоти 100 тис. рослин/га у поєднанні з обробкою препаратом Вуксал Комбі – 43,6 тис. м<sup>2</sup>/га.

Разом із тим збільшення листкової поверхні в агроценозі не завжди має позитивний ефект, оскільки надмірне загущення посівів може призводити до затінення, посилення внутрішньовидової конкуренції між рослинами та зниження ефективності фотосинтетичної діяльності.

#### **4.5. Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи**

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи зростав зі збільшенням тривалості вегетаційного періоду та досягав найвищих значень у середньопізнього гібрида ДМС 4011 за густоти 100 тис. рослин/га у поєднанні з обробкою препаратом Вуксал Комбі – 3502,0 тис. м<sup>2</sup>·діб (табл. 9).

Для гібридів усіх груп ФАО максимальні значення фотосинтетичного потенціалу також фіксувалися за загущення посівів до 100 тис. рослин/га – від 1994,7 тис. м<sup>2</sup>·діб у гібрида ДМС ЮНІТІ до 3431,2 тис. м<sup>2</sup>·діб у гібрида ДМС 4011.

Застосування біопрепаратів позитивно впливало на формування фотосинтетичного потенціалу: після обробки препаратом Гумісол він збільшувався в середньому на 5,1 %, а після застосування Вуксал Комбі – на 7,2 %.

Коефіцієнт кореляції між фотосинтетичним потенціалом і врожайністю зерна становив  $r = 0,63$ , що свідчить про наявність позитивного, проте помірною зв'язку між цими показниками. Водночас встановлено, що за підвищення

фотосинтетичного потенціалу понад 3000 тис. м<sup>2</sup>·діб відбувалося різке зниження врожайності.

Таблиця 9. **Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи за вегетацію (середнє 2024–2025), тис. м<sup>2</sup>·діб**

| Гібрид кукурудзи<br>(фактор А) | Густота<br>рослин<br>тис. шт/га<br>(фактор В) | Обробіток препаратами<br>(фактор С) |         |              |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|---------|--------------|
|                                |   | Контроль                            | Гумісол | Вуксал Комбі |
| ДМС ЮНІТІ<br>(ФАО 170)         | 80  | 1578,9                              | 1683,1  | 1729,0       |
|                                | 90  | 1719,7                              | 1887,9  | 1953,0       |
|                                | 100   | 1892,5                              | 2041,5  | 2106,6       |
| <b>Середнє</b>                 |   | 1730,4                              | 1870,8  | 1929,5       |
| ДМС САПФІР<br>(ФАО 290)        | 80  | 1884,6                              | 2049,7  | 2093,4       |
|                                | 90  | 2104,7                              | 2255,6  | 2327,7       |
|                                | 100   | 2289,3                              | 2482,8  | 2498,1       |
| <b>Середнє</b>                 |   | 2092,9                              | 2262,7  | 2306,4       |
| ДМС ТОНУС<br>(ФАО 340)         | 80  | 2771,3                              | 2824,1  | 2867,7       |
|                                | 90  | 3026,3                              | 3096,1  | 3199,2       |
|                                | 100   | 3238,8                              | 3368,1  | 3454,2       |
| <b>Середнє</b>                 |   | 3012,1                              | 3096,1  | 3173,7       |
| ДМС 4011<br>(ФАО 420)          | 80  | 2847,8                              | 2926,1  | 2986,7       |
|                                | 90  | 3136,8                              | 3223,6  | 3241,7       |
|                                | 100   | 3323,8                              | 3504,1  | 3522,2       |
| <b>Середнє</b>                 |   | 3102,8                              | 3217,9  | 3250,2       |

Це вказує на те, що штучне нарощування фотосинтетичного потенціалу агротехнічними заходами не завжди забезпечує пропорційне зростання продуктивності гібридів кукурудзи.

#### 4.6. Листковий індекс гібридів кукурудзи

Збільшення площі листової поверхні в агроценозі не завжди має позитивний ефект, оскільки за надмірного загущення посівів відбувається затінення нижніх ярусів листків верхніми, що погіршує умови надходження сонячної радіації та знижує інтенсивність фотосинтезу всього посіву. У теорії продукційного процесу важливе місце займає ценотичний показник – листковий індекс, який визначається як співвідношення площі листової поверхні до площі

зайнятої посівами. Саме тому в дослідженні було проаналізовано динаміку листкового індексу як інтегрального показника фотосинтетичної активності посівів.

Його значення варіювали в межах від 2,44 до 4,12 і залежали від дії біопрепаратів, групи ФАО гібридів та щільності агроценозу. Отримані дані свідчать про загальну тенденцію до підвищення листкового індексу під впливом біопрепаратів (табл. 10).

**Таблиця 10. Листковий індекс гібридів кукурудзи у фазу цвітіння (середнє 2024–2025)**

| Гібрид кукурудзи<br>(фактор А) | Густота<br>рослин<br>тис. р./га<br>(фактор В) | Обробіток препаратами<br>(фактор С) |         |                 |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|---------|-----------------|
|                                |   | Контроль,<br>без обробітку          | Гумісол | Вуксал<br>Комбі |
| ДМС ЮНІТІ<br>(ФАО 170)         | 80  | 2,74                                | 3,00    | 3,07            |
|                                | 90  | 2,96                                | 3,32    | 3,42            |
|                                | 100   | 3,23                                | 3,56    | 3,66            |
| <b>Середнє</b>                 |   | 2,98                                | 3,29    | 3,38            |
| ДМС САПФІР<br>(ФАО 290)        | 80  | 2,93                                | 3,26    | 3,32            |
|                                | 90  | 3,24                                | 3,55    | 3,65            |
|                                | 100   | 3,50                                | 3,87    | 3,89            |
| <b>Середнє</b>                 |   | 3,22                                | 3,56    | 3,62            |
| ДМС ТОНУС<br>(ФАО 340)         | 80  | 3,54                                | 3,70    | 3,75            |
|                                | 90  | 3,84                                | 4,02    | 4,14            |
|                                | 100   | 4,09                                | 4,34    | 4,44            |
| <b>Середнє</b>                 |   | 3,82                                | 4,02    | 4,11            |
| ДМС 4011<br>(ФАО 420)          | 80  | 3,63                                | 3,82    | 3,89            |
|                                | 90  | 3,97                                | 4,17    | 4,19            |
|                                | 100   | 4,19                                | 4,50    | 4,52            |
| <b>Середнє</b>                 |   | 3,93                                | 4,16    | 4,20            |

Найвищі значення листкового індексу у фазу цвітіння качанів відмічали у гібрида ДМС ТОНУС – від 3,52–3,63 на контрольних варіантах до 3,62–3,80 за застосування біопрепаратів. Це узгоджується з відомими положеннями про формування більшої асиміляційної поверхні у пізньостиглих генотипів кукурудзи.



На відміну від показника площі листків однієї рослини, максимальні значення листкового індексу у гібридів усіх груп стиглості фіксувалися за густоти 100 тис. рослин/га (3,12–4,04), тоді як мінімальні – за густоти 80 тис. рослин/га (2,57–3,41). Таким чином, підвищення щільності посівів сприяло збільшенню сумарної асиміляційної поверхні посіву.

Результати досліджень також показали, що, подібно до площі листків окремої рослини, вплив біопрепаратів на листковий індекс був більш вираженим у гібридів з ФАО 170 та 290, ніж у гібридів з ФАО 340 і 420: відповідно приріст становив 0,21–0,30 та 0,10–0,19. У середньому застосування біопрепаратів забезпечувало зростання листкового індексу на 5,3 % під дією препарату Гумісол і на 7,2 % – за використання Вуксал Комбі.

Криволінійний характер залежності між урожайністю та листковим індексом свідчить про існування оптимального інтервалу його значень: за умов досліду перевищення рівня 3,5 супроводжувалося зниженням зернової продуктивності, що вказує на обмеження позитивного ефекту надмірного розвитку асиміляційного апарату.

#### **4.7. Вплив густоти рослин та біопрепаратів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи**

Однією з ключових ознак продуктивності рослин кукурудзи, що безпосередньо впливає як на рівень урожайності, так і на посівні якості насіння, є показник «маса 1000 зерен». У зв'язку з цим аналіз прояву цієї ознаки та її взаємозв'язків з іншими морфо-біологічними характеристиками має вагоме практичне значення для аграрного виробництва.

У ході досліджень було вивчено показник «маса 1000 зерен» у гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Отримані результати засвідчили, що величина цього показника формується під впливом генотипових особливостей гібриду, густоти стояння рослин і застосування препаратів. Серед досліджуваних гібридів найбільшу середню масу 1000 зерен сформував пізньостиглий гібрид

ДМС 4011 (ФАО 420) – 277,3 г. Найменше значення цього показника в середньому за дослідом зафіксовано у гібрида ДМС САПФІР – 229,6 г (табл. 11).

Таблиця 11. Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи (середнє 2024–2025), г.

| Фактор А<br>Гібриди кукурудзи | Фактор С<br>(густота<br>рослин,<br>тис. шт/га) | Фактор В<br>(обробка препаратом) |         |               |
|-------------------------------|--|----------------------------------|---------|---------------|
|                               |  | Контроль                         | Гумісол | Хелафіт-комбі |
| ДМС ЮНІТІ                     | 80   | 230,2                            | 234,8   | 241,3         |
|                               | 90   | 227,2                            | 232,8   | 240,3         |
|                               | 100  | 226,2                            | 230,8   | 236,3         |
| <b>Середнє</b>                |  | 227,9                            | 232,8   | 239,3         |
| ДМС САПФІР                    | 80   | 233,2                            | 235,8   | 245,3         |
|                               | 90   | 226,2                            | 229,8   | 237,3         |
|                               | 100  | 217,2                            | 222,8   | 232,3         |
| <b>Середнє</b>                |  | 225,5                            | 229,5   | 238,3         |
| ДМС ТОНУС                     | 80   | 267,2                            | 275,8   | 283,3         |
|                               | 90   | 256,2                            | 272,8   | 278,3         |
|                               | 100  | 252,2                            | 268,8   | 266,3         |
| <b>Середнє</b>                |  | 258,5                            | 272,5   | 276,0         |
| ДМС 4011                      | 80   | 280,2                            | 287,8   | 295,3         |
|                               | 90   | 277,2                            | 282,8   | 287,3         |
|                               | 100  | 263,2                            | 265,8   | 272,3         |
| <b>Середнє</b>                |  | 273,5                            | 278,8   | 285,0         |

У середньому за роки досліджень найвищий показник маси 1000 зерен формував гібрид кукурудзи ДМС 4011 за густоти стояння 80 тис. рослин/га – у середньому 285,9 г. Застосування препарату Вуксал Комбі сприяло додатковому зростанню цього показника на 10,6 г, і його значення становило 282,7 г. Максимальне значення маси 1000 зерен було зафіксовано саме у гібриду ДМС 4011 – 292,6 г за поєднання густоти 80 тис. рослин/га та обробки препаратом Вуксал Комбі.

За підвищення густоти посіву до 90 тис. рослин/га у цього гібриду спостерігалася тенденція до зменшення маси 1000 зерен приблизно на 2 % порівняно з варіантом 80 тис. рослин/га – у середньому до 280,7 г. Використання препарату Гумісол забезпечило підвищення показника до 281,4 г проти 275,7 г у контролі. Обробка Вуксал Комбі підвищила масу 1000 зерен до 285,0 г, що відповідало приросту на 2,2 %.

Подальше загушення посівів до 100 тис. рослин/га спричинило різке зниження маси 1000 зерен – у середньому до 265,2 г. Застосування Гумісолу дозволило незначно підвищити цей показник порівняно з контролем на 2,1 г (0,8%) – до 263,7 г, тоді як Вуксал Комбі забезпечив збільшення до 270,4 г, що відповідало приросту на 8,8 г або 3,3 %.

У цілому встановлено, що підвищення густоти посівів до 100 тис. рослин/га призводило до зменшення маси 1000 зерен до 252,3 г, а за максимальної густоти – до 244,6 г. Таким чином, для максимального прояву ознаки «маса 1000 зерен» оптимальною виявилась густота 80 тис. рослин/га. За загушення до 100 тис. рослин/га всі гібриди різних груп ФАО характеризувалися мінімальними значеннями цього показника.

Найвищий рівень урожайності зерна формувався у пізньостиглого гібриду ДМС 4011 – у межах 8,22–12,60 т/га (табл. 12).

Таблиця 12. Урожайність зерна гібридів кукурудзи (середнє 2024–2025), т/га

| Гібрид кукурудзи<br>(фактор А) | Густота<br>рослин<br>тис. р/га<br>(фактор В) | Обробіток препаратами<br>(фактор С) |             |                 |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|-------------|-----------------|
|                                |  | Контроль,<br>без<br>обробітку       | Гумісол     | Вуксал<br>Комбі |
| ДМС ЮНІТІ<br>(ФАО 170)         | 80   | 7,04                                | 7,18        | 7,66            |
|                                | 90   | 7,64                                | 7,84        | 8,26            |
|                                | 100  | 7,86                                | 8,28        | 8,36            |
| <b>Середнє</b>                 |  | <b>7,51</b>                         | <b>7,77</b> | <b>8,09</b>     |
| ДМС САПФІР<br>(ФАО 290)        | 80   | 8,90                                | 9,18        | 9,52            |
|                                | 90   | 8,84                                | 9,30        | 9,78            |
|                                | 100  | 8,48                                | 8,50        | 8,86            |
| <b>Середнє</b>                 |  | <b>8,74</b>                         | <b>8,99</b> | <b>9,39</b>     |
| ДМС ТОНУС<br>(ФАО 340)         | 80   | 8,72                                | 8,94        | 9,30            |
|                                | 90   | 8,24                                | 8,56        | 9,18            |
|                                | 100  | 7,90                                | 7,98        | 8,52            |
| <b>Середнє</b>                 |  | <b>8,29</b>                         | <b>8,49</b> | <b>9,00</b>     |
| ДМС 4011<br>(ФАО 420)          | 80   | 11,12                               | 11,46       | 12,60           |
|                                | 90   | 9,28                                | 9,70        | 12,28           |
|                                | 100  | 8,22                                | 8,70        | 8,84            |
| <b>Середнє</b>                 |  | <b>9,54</b>                         | <b>9,95</b> | <b>11,24</b>    |

Застосування біопрепаратів істотно вплинуло на приріст урожайності порівняно з контролем: у гібриду ДМС 4011 він становив 0,28–0,92 т/га, або 3,2–10,3 %. Найбільш ефективним серед досліджуваних препаратів виявився Вуксал Комбі. Так, урожайність зерна у гібриду ДМС 4011 за його використання досягала 11,24 т/га, що відповідало приросту 0,85 т/га (17,8 %). У гібриду ДМС ТОНУС урожайність становила 9,00 т/га (приріст 0,36 т/га або 8,0 %), у ДМС САПФІР – 9,39 т/га (приріст 0,32 т/га або 6,8 %), у ДМС ЮНІТІ – 8,09 т/га (приріст 0,29 т/га або 7,2 %). Вплив препарату Гумісол на підвищення урожайності був суттєво слабшим порівняно з Вуксал Комбі.

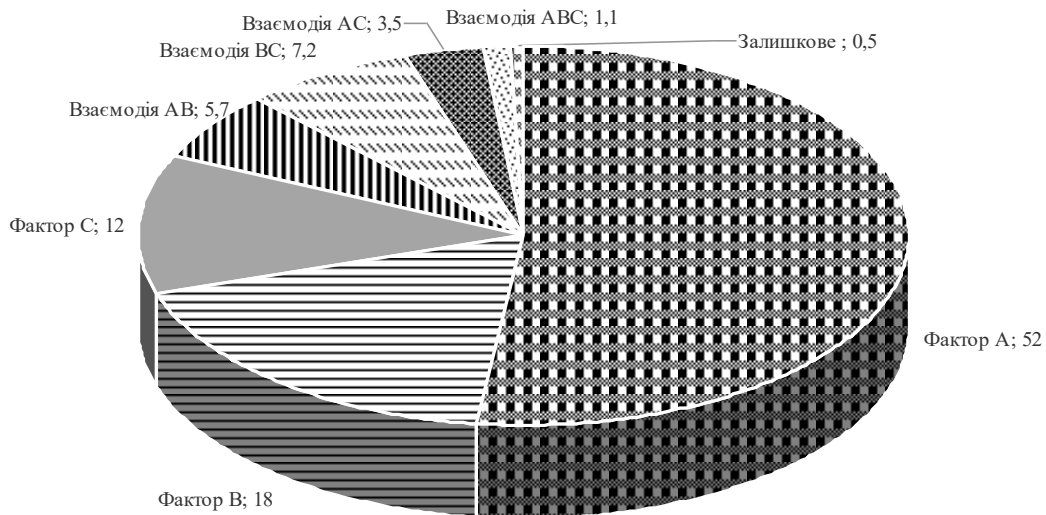
У середньому за роки досліджень найвищу врожайність насіння формував пізньостиглий гібрид ДМС 4011 за густоти 80 тис. рослин/га – 12,60 т/га. За підвищення густоти до 90 тис. рослин/га урожайність зменшувалася до 12,28 т/га, а за загушення посівів до 100 тис. рослин/га відмічалася різке її падіння – до 8,84 т/га.

Гібрид кукурудзи ДМС ТОНУС також забезпечував максимальну продуктивність за густоти 80 тис. рослин/га – 9,30 т/га, тоді як за густоти 100 тис. рослин/га формував мінімальну врожайність – 7,90 т/га.

Для гібриду ДМС САПФІР оптимальною за рівнем урожайності була густота 90 тис. рослин/га, за якої вона становила 9,78 т/га. У гібриду ДМС ЮНІТІ найбільша врожайність відмічена за густоти 100 тис. рослин/га – 8,36 т/га.

Таким чином, підвищення маси 1000 зерен, зумовлене як генетичними особливостями гібридів, так і застосуванням біологічно активних препаратів Гумісол і Вуксал Комбі, позитивно позначається на рівні їх урожайності. Водночас загушення посівів негативно впливає на показник «маса 1000 зерен», що зумовлює необхідність індивідуального, експериментально обґрунтованого підбору оптимальної густоти рослин для кожного конкретного гібриду.

Дисперсійний аналіз показав, що максимальний вплив на врожайність зерна ліній чинила група стиглості, другий – щільність посіву і найменший – обробка біопрепаратами (рис. 1).



**Рис. 1. Дисперсійний аналіз впливу факторів на врожайність гібридів кукурудзи**

Хоча вплив обробки біологічно активними речовинами був порівняно незначним, її позитивна дія на величину листкового індексу у ранньо- та середньостиглих гібридів свідчить про потенційну можливість підвищення їхньої врожайності за умови застосування таких обробок.

Узагальнення отриманих результатів дає підстави стверджувати, що густина стояння рослин перебуває у тісному взаємозв'язку з рівнем урожайності. Для кожної групи стиглості характерна власна оптимальна густина посіву, яка забезпечує формування максимальної продуктивності зерна завдяки раціональній площі живлення однієї рослини. При цьому найбільш урожайні середньопізні гібриди кукурудзи особливо чутливо реагують на надмірне загущення посівів, що негативно позначається на їхній продуктивності.

#### **4.8. Економічна оцінка вирощування гібридів кукурудзи**

Аграрний сектор світової економіки впродовж останніх років демонструє зростаючий інтерес до виробництва кукурудзи, яка займає близько 20 % у структурі орних земель і формує понад 30 % загального валового збору зерна. У результаті цього культура посідає провідні позиції як за рівнем урожайності, так

і за обсягами валового виробництва зерна. За останні п'ятдесят років площі посівів кукурудзи збільшилися у 1,6 раза, врожайність – утричі, а валові збори зерна – у 4,8 раза [71]. Вирощування кукурудзи на зерно виконує стабілізуючу функцію в зерновому балансі країни, оскільки навіть у несприятливі для інших зернових культур роки її продуктивність залишається відносно високою. Технологія її вирощування має базуватися на врахуванні ґрунтово-кліматичних умов регіону, що дає змогу максимально використати сприятливі фактори та мінімізувати вплив несприятливих чинників середовища. Додатковими перевагами культури є можливість тривалого збирання врожаю без істотних втрат (до одного місяця) та відсутність вилягання навіть за високого агрофону або на родючих ґрунтах [72].

Кукурудза набула особливого значення не лише як високорентабельна культура, а й як важливий елемент сівозміни: вона є цінним попередником і добре інтегрується в технологічні процеси вирощування інших сільськогосподарських культур. Порівняно з багатьма іншими культурами, кукурудза характеризується оптимальним співвідношенням між продуктивністю та витратами, що проявляється у високій окупності додаткових вкладень за рахунок приросту врожаю [73].

Економічна ефективність аграрного виробництва передбачає отримання максимальної кількості продукції з одиниці площі за мінімальних витрат праці та фінансових ресурсів на виробництво одиниці продукції. В умовах ринкової економіки ефективність виробництва кукурудзи на зерно досягається шляхом реалізації комплексу заходів, спрямованих на підвищення врожайності, поліпшення якості зерна, зниження собівартості та формування максимально можливого рівня рентабельності [74].

Ключовим показником ефективності галузі кукурудзівництва є врожайність, яка відображає не лише рівень культури землеробства, а й результат інтенсифікації виробництва та його економічну доцільність [75]. У системі агротехнологічних і організаційно-економічних заходів, спрямованих на стабілізацію виробництва зерна кукурудзи та підвищення її

конкурентоспроможності, провідне місце займає раціональне використання генетичного потенціалу гібридів. Інтенсифікація виробництва тісно пов'язана з досягненнями селекції та насінництва: впровадження нових високопродуктивних, стійких до стресових умов і хвороб гібридів, а також оновлення насіннєвого матеріалу високих репродукцій дає змогу підвищити врожайність зерна кукурудзи на 20–25 % [76].

Особливого значення набуває науково обґрунтований підбір співвідношення гібридів з урахуванням їх груп стиглості та зональних умов вирощування як одного з ключових шляхів підвищення ефективності виробництва зерна. Дослідження свідчать, що оптимальною є структура, у якій близько 55 % становлять скоростиглі форми і 45 % – середньо- та пізньостиглі гібриди. Водночас це співвідношення має рекомендаційний характер і може змінюватися залежно від спеціалізації господарств, їх економічної стратегії та ринкової кон'юнктури [77].

Загалом доведено, що для формування стабільного зернофуражного балансу необхідне повноцінне використання генетичного потенціалу гібридів кукурудзи, однак на практиці товаровиробники реалізують його лише частково. Потенціал сучасних скоростиглих гібридів дозволяє отримувати 11,0–12,0 т/га зерна, тоді як середньостиглі та середньопізні прості гібриди інтенсивного типу здатні формувати 12,0–14,0 т/га. Економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи визначається комплексною взаємодією врожайності та вологості зерна, які впливають як на абсолютні витрати, так і на відносні показники ефективності [13, 78].

За результатами аналізу економічних показників вирощування гібридів кукурудзи встановлено, що найбільша вартість валової продукції з 1 га була отримана на посівах гібриду ДМС 4011 за густоти 80 тис. шт./га та обробки препаратом Вуксал Комбі – 182,70 т/га. Саме в цьому варіанті зафіксовано й найнижчу собівартість однієї тонни зерна (табл. 13).

**Таблиця 13. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти та обробки біопрепаратами (2024–2025)**

| Фактор А   | Фактор В | Фактор С     | Урожайність зерна, т/га | Вартість валової продукції, тис. грн/га | Собівартість продукції, тис. грн/т | Витрати, тис. грн/га | Умовно чистий прибуток, тис. грн/га | Рентабельність, % |
|------------|----------|--------------|-------------------------|---|------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------|
| ДМС ЮНІТІ  | 80       | Контроль     | 7,04                    | 102,08                                  | 11,43                              | 40,22                | 61,86                               | 154               |
|            |          | Гумісол      | 7,18                    | 104,11                                  | 11,26                              | 40,43                | 63,68                               | 158               |
|            |          | Вуксал Комбі | 7,66                    | 111,07                                  | 10,61                              | 40,64                | 70,43                               | 173               |
|            | 90       | Контроль     | 7,64                    | 110,78                                  | 10,56                              | 40,33                | 70,45                               | 175               |
|            |          | Гумісол      | 7,84                    | 113,68                                  | 10,34                              | 40,53                | 73,15                               | 180               |
|            |          | Вуксал Комбі | 8,26                    | 119,77                                  | 9,92                               | 40,95                | 78,82                               | 192               |
|            | 90       | Контроль     | 7,86                    | 113,97                                  | 10,39                              | 40,83                | 73,14                               | 179               |
|            |          | Гумісол      | 8,28                    | 120,06                                  | 9,99                               | 41,37                | 78,69                               | 190               |
|            |          | Вуксал Комбі | 8,36                    | 121,22                                  | 9,90                               | 41,39                | 79,83                               | 193               |
| ДМС САПФІР | 80       | Контроль     | 8,90                    | 129,05                                  | 9,32                               | 41,50                | 87,55                               | 211               |
|            |          | Гумісол      | 9,18                    | 133,11                                  | 9,07                               | 41,65                | 91,46                               | 220               |
|            |          | Вуксал Комбі | 9,52                    | 138,04                                  | 8,78                               | 41,80                | 96,24                               | 230               |
|            | 90       | Контроль     | 8,84                    | 128,18                                  | 9,49                               | 41,95                | 86,23                               | 206               |
|            |          | Гумісол      | 9,30                    | 134,85                                  | 9,05                               | 42,10                | 92,75                               | 220               |
|            |          | Вуксал Комбі | 9,78                    | 141,81                                  | 8,64                               | 42,25                | 99,56                               | 236               |
|            | 90       | Контроль     | 8,48                    | 122,96                                  | 10,00                              | 42,40                | 80,56                               | 190               |
|            |          | Гумісол      | 8,50                    | 123,25                                  | 10,01                              | 42,55                | 80,70                               | 190               |
|            |          | Вуксал Комбі | 8,86                    | 128,47                                  | 9,64                               | 42,70                | 85,77                               | 201               |
| ДМС ТОНУС  | 80       | Контроль     | 8,72                    | 126,44                                  | 9,83                               | 42,85                | 83,59                               | 195               |
|            |          | Гумісол      | 8,94                    | 129,63                                  | 9,62                               | 43,00                | 86,63                               | 201               |
|            |          | Вуксал Комбі | 9,30                    | 134,85                                  | 9,28                               | 43,15                | 91,70                               | 212               |
|            | 90       | Контроль     | 8,24                    | 119,48                                  | 10,51                              | 43,31                | 76,17                               | 176               |
|            |          | Гумісол      | 8,56                    | 124,12                                  | 10,15                              | 43,46                | 80,66                               | 186               |
|            |          | Вуксал Комбі | 9,18                    | 133,11                                  | 9,50                               | 43,61                | 89,50                               | 205               |
|            | 90       | Контроль     | 7,90                    | 114,55                                  | 11,08                              | 43,76                | 70,79                               | 162               |
|            |          | Гумісол      | 7,98                    | 115,71                                  | 11,00                              | 43,91                | 71,80                               | 164               |
|            |          | Вуксал Комбі | 8,52                    | 123,54                                  | 10,34                              | 44,06                | 79,48                               | 180               |
| ДМС 4011   | 80       | Контроль     | 11,12                   | 161,24                                  | 7,95                               | 44,21                | 117,03                              | 265               |
|            |          | Гумісол      | 11,46                   | 166,17                                  | 7,74                               | 44,36                | 121,81                              | 275               |
|            |          | Вуксал Комбі | 12,60                   | 182,70                                  | 7,07                               | 44,51                | 138,19                              | 310               |
|            | 90       | Контроль     | 9,28                    | 134,56                                  | 9,63                               | 44,66                | 89,90                               | 201               |
|            |          | Гумісол      | 9,70                    | 140,65                                  | 9,24                               | 44,81                | 95,84                               | 214               |
|            |          | Вуксал Комбі | 12,28                   | 178,06                                  | 7,32                               | 44,96                | 133,10                              | 296               |
|            | 90       | Контроль     | 8,22                    | 119,19                                  | 10,98                              | 45,12                | 74,07                               | 164               |
|            |          | Гумісол      | 8,70                    | 126,15                                  | 10,41                              | 45,27                | 80,88                               | 179               |
|            |          | Вуксал Комбі | 8,84                    | 128,18                                  | 10,28                              | 45,42                | 82,76                               | 182               |

Вартість валової продукції з 1 га за різних варіантів густоти стояння рослин і застосування препаратів була найвищою у гібриду ДМС 4011 і коливалася в межах 119,19–182,70 тис. грн/га. Деякі нижчі показники зафіксовано у гібриду ДМС САПФІР – 122,96–141,81 тис. грн/га, у гібриду ДМС ТОНУС – 114,55–133,11 тис. грн/га, тоді як найменша вартість валової продукції сформувалася у гібриду ДМС ЮНІТІ – 102,08–121,22 тис. грн/га.



З урахуванням виробничих витрат на вирощування кукурудзи встановлено, що найбільш економічно вигідним і водночас найменш затратним агротехнічним фактором виявилася оптимізація густоти рослин. Саме за рахунок підвищення врожайності зерна та скорочення технологічних витрат чистий прибуток у досліді становив від 61,86 до 138,19 тис. грн/га.

Найвищі показники умовно чистого прибутку та рівня рентабельності отримано у гібриду ДМС ЮНІТІ за густоти 90 тис. шт./га та обробки препаратом Вуксал Комбі – 79,83 тис. грн/га і 193 % відповідно.

Для гібриду ДМС САПФІР максимальні економічні показники сформувалися за густоти 80 тис. шт./га та обробки Вуксал Комбі – умовно чистий прибуток 99,56 тис. грн/га при рівні рентабельності 236 %.

У гібриду ДК 411 (ДМС ТОНУС) найбільший умовно чистий прибуток і рентабельність також були зафіксовані за густоти 80 тис. шт./га та застосування Вуксал Комбі – 91,70 тис. грн/га і 212 % відповідно.

Абсолютно найвищі економічні показники у досліді отримано у гібриду ДМС 4011: за густоти 80 тис. шт./га та обробки препаратом Вуксал Комбі умовно чистий прибуток становив 138,19 тис. грн/га, а рівень рентабельності – 310 %.

Отже, технологія вирощування гібридів кукурудзи повинна бути орієнтована на економічну доцільність, тобто передбачати раціональне використання всіх виробничих ресурсів з метою отримання високоякісної сільськогосподарської продукції за мінімальних трудових, матеріальних і фінансових витрат.

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що застосування біопрепаратів Гумісол і Вуксал Комбі забезпечує підвищення стійкості рослин кукурудзи до грибних захворювань, зокрема пухирчастої сажки, із зниженням рівня ураження посівів у межах 1,5–4,0 %. Найвищий захисний ефект забезпечував препарат Вуксал Комбі (зменшення розвитку хвороби до 3,0–4,0 %), тоді як Гумісол проявляв стабільну, але помірнішу дію (1,5–2,2 %), що свідчить про імуномодулюючий та антистресовий потенціал біопрепаратів у системі біологізації технології вирощування кукурудзи.

2. Доведено, що група стиглості не є визначальним фактором формування висоти рослин, оскільки показники змінювалися в межах 183,2–213,3 см залежно від генотипових особливостей та умов вирощування, при цьому максимальні значення сягали 213,3 см, а мінімальні – 183,2 см, що підтверджує провідну роль агроценотичних факторів і щільності посіву у формуванні лінійного росту рослин.

3. Висота прикріплення качанів змінювалася синхронно з висотою рослин і зростала у загущених посівах, що підтверджується тісним кореляційним зв'язком між цими показниками ( $r = 0,86$ ); застосування біопрепаратів додатково підвищувало висоту прикріплення качана на 0,6–1,8 см, що має важливе технологічне значення для зменшення втрат зерна під час механізованого збирання.

4. Максимальний розвиток листкового апарату формувався за оптимальної щільності стояння рослин та біологічної стимуляції ростових процесів, при цьому найбільші значення площі листкової поверхні досягали 0,499 м<sup>2</sup>/рослину за густоти 80 тис. шт/га у поєднанні з використанням препарату Вуксал Комбі, що свідчить про синергетичний ефект оптимальної структури посіву та дії біопрепаратів.

5. Встановлено, що найбільша площа асиміляційної поверхні рослин формувалася за густоти 80 тис. шт/га і становила 0,367–0,487 м<sup>2</sup>/рослину, тоді як

за загущення до 90 тис. шт/га вона зменшувалася до 0,346–0,448 м<sup>2</sup>/рослину, а загальне скорочення листової поверхні становило 0,9–3,9 %, що підтверджує негативний вплив надмірної щільності посівів на розвиток фотосинтетичного апарату; водночас застосування Гумісолу та Вуксал Комбі компенсувало цей ефект за рахунок посилення продукційних процесів.

6. Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу визначалися генотипом, тривалістю вегетаційного періоду, щільністю посіву та дією біопрепаратів і досягали максимальних значень 3502,0 тис. м<sup>2</sup>·діб за густоти 90 тис. шт/га у варіантах із застосуванням Вуксал Комбі; обробка Гумісолем підвищувала фотосинтетичний потенціал у середньому на 5,1 %, а Вуксал Комбі – на 7,2 %, що підтверджує їх регуляторну роль у фотосинтетичній активності посівів.

7. Урожайність зерна формувалася як результат інтегрованої взаємодії генотипу, густоти стояння рослин і біологічної стимуляції ростових процесів, при цьому максимальні показники продуктивності досягали 12,60 т/га за густоти 80 тис. шт/га та обробки Вуксал Комбі, тоді як у ранніх і середньостиглих форм оптимальні значення врожайності коливалися в межах 8,36–9,78 т/га, що підтверджує адаптивну залежність урожайності від структури агроценозу та технологічних факторів.

8. Економічна оцінка технологічних рішень показала, що оптимізація густоти рослин у поєднанні з біопрепаратами забезпечує найвищі показники чистого прибутку та рентабельності, які досягали 79,83–138,19 тис. грн/га при рівні рентабельності 193–310 %, що доводить економічну доцільність біологізованої, адаптивної технології вирощування кукурудзи як ефективної моделі реалізації генетичного потенціалу сучасних гібридів та підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

В умовах Навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ рекомендується вирощувати ранньостиглі гібриди кукурудзи з густотою стояння рослин 100 тис. шт/га, середньоранні – 90 тис. шт/га, середньостиглі і пізньостиглі – 80 тис. шт/га та використовувати препарати з рістрегулюючою дією Вуксал Комбі і Гумісол.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Панченко Т., Грабовський М. Агропромисловий сектор України в умовах повномасштабної війни та глобальних змін клімату. *Агробізнес Сьогодні*. 2025. №7(545). С. 20–21.
2. Статистичний збірник Державної служби статистики України, 2024 <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Ображій С.В. Вплив гідротермічних умов вегетації на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах центрального Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014, №1 (109). С. 57–61.
4. Грабовський М.Б. Економічна і енергетична ефективність технологічних заходів при вирощуванні кукурудзи та сорго цукрового для виробництва біогазу. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, технічний та агроекологічний аспекти: [колективна монографія]. Полтава: Аструя. 2019. С. 380–385.
5. Hallauer A. R., Carena M. J., Miranda Filho J. V. Quantitative genetics in maize breeding. Springer New York, 2010. P. 531–576.
6. Заїка С. П. Скоростигла кукурудза (селекція, особливості насінництва та інтенсивної технології). Київ : Урожай, 1987. 200 с.
7. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Власенко В. І., Князюк В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Київ: Вища освіта, 2006. 463 с.
8. Grabovskyi, M., Lozinskyi, M., Grabovska, T. Roubík H. Green mass to biogas in Ukraine – bioenergy potential of corn and sweet sorghum. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2023. 13, 3309–3317.
9. Sprague G. F., Tatum L. A., General V. S. Specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 1942. № 34. P. 923–932.
10. Рябчун В. К., Кириченко В. В., Богуславський Р. Л. Роль генетичних ресурсів рослин у виконанні державних програм. *Генетичні ресурси рослин*. 2008. № 5. С. 7–13.

11. Doebley J., R-L. Wang. Genetics and the evolution of plant form: an example from maize. Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology. Vol. 62. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1997. 168 p.

12. Kolisnyk O. M., Butenko A. O., Malynka L. V., Masik I. M., Onychko V. I., Onychko T. O., Kriuchko L. V., Kobzhev O. M. Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of field. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Т. 9, № 2. С. 33–37.

13. Horner E. S., Lundy H. W., Luttrik M. C., Charman W. H. Comparisons of three methods of recurrent selection in maize. *Crop. Sci.* 1973. Vol. 13. P. 485–489.

14. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О. Продуктивність кукурудзи на силос в залежності від густоти стояння рослин. *Агробіологія*. 2015. №2 (121). С. 77–83.

15. Грабовський М. Б. Продуктивність сумісних посівів сорго цукрового й кукурудзи та вихід біогазу залежно від густоти стояння рослин і ширини міжрядь. *Біоенергетика*. 2018. №2 (12). С. 32–34.

16. Сотченко В. С. Вплив зовнішніх умов на мінливість загальної та специфічної комбінаційної спроможності ліній кукурудзи. № 2. С. 14–16.

17. Doebley J. The genetics of maize evolution. *Annu. Rev. Genet.* 2004. №38(1). P. 37-59.

18. Ranum, P., Peña-Rosas, J. P., Garcia-Casal, M. N. Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the new York academy of sciences*, 2014. №1312(1). P. 105-112.

19. Chilimba, A. D., Young, S. D., Black, C. R., Meacham, M. C., Lammel, J., Broadley, M. R. (). Agronomic biofortification of maize with selenium (Se) in Malawi. *Field Crops Research*. 2012. №125. P. 118-128.

20. Грабовський М. Б. Використання ліній зародкової плазми Лакауне при створенні гібридів з високим адаптивним потенціалом. 2005. Вып. 91. С.163–167.

21. Грабовський М.Б. Особливості технології вирощування кукурудзи як сировини для виробництва біогазу. *Рослинництво та тунтознавство*. Київ, 2019. Т. 10. №1. С. 12–17.

22. Черчель, В. Ю., Дзюбецький, Б. В., Борисова, В. В., Сатарова, Т. М. Оцінка різних типів гібридів кукурудзи за генетичними дистанціями та ступенем гетерозису. *Вісник аграрної науки*. 2013. №8. С. 33-37.
23. Грабовський М.Б. Кукурудза для виробництва біогазу. *Агробізнес сьогодні*, 2020. №8 (423). С. 42-44.
24. Мусяця С. И., Борозан П. П., Мистрец С. И. Підсумки селекційної роботи з ранньостиглою кремнистою зародковою плазмою. *Кукуруза и сорго*. 2001. №6. С. 10–16.
25. Шмараєв Г. Е., Барсуков А. Д. Біологічна та селекційна цінність ранньостиглої кукурудзи з Іспанії та Португалії. *Тр. по прикладній ботаниці і селекції*. Л., 1984. Т. 84. С. 112–118.
26. Гур'єва І. А., Кузьмишина Н. В. Цінний вихідний матеріал для селекції самозапилених ліній кукурудзи. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. К., 2004. С. 341–344.
27. Колісник, О. М. Вихідний матеріал для селекції кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. №3. С.139-143.
28. Грабовський М.Б. Продуктивність кукурудзи на силос та вихід біогазу залежно від густоти стояння рослин. *Наукові горизонти. Scientific Horizons*. 2019. №7 (80). С. 15–21.
29. Grabovskyi M., Fedoruk Yu., Pravdyva L., Grabovska T., Kurylo V., Fedoruk N. Influence of agrotechnical and chemical measures on weediness in sweet Sorghum crops (*Sorghum Bicolor*) and the output of biogas. *EurAsian Journal of BioSciences*, 2018. №12. pp. 347–353.
30. Haidash, O., Nehoda, T., Olkhovyk, M. Методи та принципи створення вихідного матеріалу для селекції кукурудзи. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2024. №3(4). С. 60-69.
31. Моргун В. В., Хроменко О. С., Присяжнюк І. В., Ларченко К. А., Гаврилюк В. М., Хроменко В. О. Селекція ранньостиглих гібридів кукурудзи для зони з коротким безморозним періодом. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: 2 т. / Під ред. Моргуна В. В.* К: Логос, 2001. Т.2. С. 590–602.

32. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О. Фотосинтетична діяльність гібридів кукурудзи залежно від ширини міжрядь і густоти рослин. *Новітні технології в рослинництві: тези доповідей державної науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів та докторантів, м. Біла Церква, 14-15 травня 2015 р.* БНАУ, 2015. С.11–12.

33. Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю., Антонюк С.П. Селекція кукурудзи. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: в 4т.* К: Логос, 2001. Т.2. С. 571–589.

34. Черчель В. Ю., Гайдаш О. Л., Таганцова М. М. Морфобіологічна характеристика ліній кукурудзи змішаної плазми в умовах Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* 2015. № 8. С. 99–104.

35. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2020. (97), С.1-12.

36. Андрієнко, О. О., Васильковська, К. В., Андрієнко, А. Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2020. Вип, 96. С.635-651.

37. Грабовський М.Б. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від ширини міжрядь. *Сучасні агробіотехнології та землеустрій в Україні: тези доповідей державної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 19 листопада 2015 р.* БНАУ, 2015. С. 9.

38. Кучерук П.П., Матвеев Ю.Б., Ходаківська Т.В., Грабовський М.Б. Перспективи виробництва біогазу з сумішей гнойових відходів тваринництва та рослинної сировини в Україні. *Промислова теплотехніка.* 2013. т. 35. №1. С. 107–113.

39. Hutsch B., Schubert S. Harvest Index of Maize (*Zea mays* L.): Are There Possibilities for Improvement. *Adv. Agron.* 2017. Vol. 146. P.37–82.



40. Fox G., Hare T. Analyzing maize grain quality. *Achieving sustainable cultivation of maize*. 2017. Vol. 1. P. 237–260.
41. Грабовський М.Б. Гібриди кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2011. №4 (203). С. 12–20.
42. Mason S., Kmail Z., Galusha T., Jukić Ž. Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates. *Journal of Central European Agriculture*. 2019. Vol. 20(1). P. 194–207.
43. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Глушко Т. В., Гож О. А., Нужна М. В. Створення нових гібридів кукурудзи для умов зрошення землеробства. *Зрошуване землеробство*. 2014. Вип. 62. С. 79–81.
44. Грабовський М.Б. Сівба кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2011. №8 (207). С. 20–22.
45. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Глушко Т. В., Гож О. А., Нужна М. В. Досягнення та перспективи селекції кукурудзи для умов зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2014. №9. С. 72–86.
46. Спосіб вирощування в сумісних посівах кукурудзи і сорго цукрового для виробництва біогазу/ В.Л. Курило, М.Б. Грабовський: пат. 124479 Україна: МПК 2018/01 А01С 14/00. № u201710811; заявл. 06.11.2017; опубл. 10.04.2018, Бюл. № 7.
47. Спосіб сівби насіння для вирощування в сумісних посівах кукурудзи та сорго цукрового/ М.Б. Грабовський, В.Л. Курило : пат. 124478 Україна: МПК 2018/01 А01С 14/00. № u201710810; заявл. 06.11.2017 ; опубл. 10.04.2018, Бюл. № 7.
48. Grabovska T., Lavrov V., Rozputnii O., Grabovskyi M., Mazur T., Polishchuk Z., Prisjajhnyuk N., Bogatyr L. Effect of organic farming on insect diversity. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020, №10(4). pp. 96–101.
49. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Яценко С.А. Застосування препарату Ентеронормін у посівах кукурудзи. *АгроТерра*. 2020. № 1(8). С. 49-56.
50. Грабовський М. Б., Басюк П. Л., Мандриш О. Ю., Железняк В. В., Козак Л. А. Вплив мікродобрив та регуляторів росту на масу рослин кукурудзи та їх

структурних елементів. Збірник матеріалів Міжнародної науково–практичної конференції «Адаптація агровиробництва до змін клімату та ґрунтової родючості», 9 жовтня 2025 року, Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН України, С. 106–109.

51. Sarlangue T., Andrade F. H., Calviño P. A., Purcell L. C. Why Do Maize Hybrids Respond Differently to Variations in Plant Density? *Agronomy Journal*. 2007. Vol. 99. Iss. 4. P. 984–991.

52. Басюк П. Л., Грабовський М. Б. Вплив мікродобрих та регуляторів росту на якісні показники зеленої маси кукурудзи. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 13. С. 241–253.

53. Козак Л.А., Грабовський М.Б., Качан Л.М., Павліченко К.В., Німенко С.С. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні кукурудзи на зерно за контрастних умов навколишнього середовища. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 142. Частина 1. С. 124–136.

54. Li J., Xie R. Z., Wang K. R., Ming B., Guo Y. Q. et al. Variations in Maize Dry Matter, Harvest Index, and Grain Yield with Plant Density. *Agronomy Journal Crop Economics, Production & Management*. 2015. Vol. 107, Iss. 3. P. 829–834.

55. Панченко Т., Новохацький М., Грабовський М., Козак Л., Правдива Л. Комплексна оцінка впливу основної обробки ґрунту й удобрення на елементи структури, врожайність зерна і зеленої маси кукурудзи. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2023. Вип. 33 (47). С. 78–93.

56. Tetio-Kagho F., Gardner F. P. Responses of Maize to Plant Population Density. I. Canopy Development, Light Relationships, and Vegetative Growth. *Agronomy Journal*. 2014. Vol. 80, Iss. 6. P. 930–935.

57. Багатченко В. В., Таганцова М. М., Стефківська Ю. Л. Вплив густоти стояння рослин кукурудзи на насінневу продуктивність батьківських компонентів гібридів *Zea mays* L. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. Вип. 26. С. 56–66.

58. Prymak I., Fedoruk Y., Grabovskyi M., Lozinskyi M., Lozinska T., Prysiazhniuk N., Pokotylo I., Fedoruk N., Panchenko I., Panchenko T. Productivity, economic and energy efficiency of short crop rotation under different systems of basic tillage and fertilization in the right bank forest steppe of Ukraine. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2022. Vol. 22. Issue 4. 617-626.

59. Prymak I., Grabovskyi M., Fedoruk Y., Lozinskyi M., Panchenko T., Yezerkovska L., Panchenko A., Karaulna V., Pokotylo I., Prysiazhniuk N., Hornovska S., Shubenko L. Productivity of grain ear crops and post-harvest white mustard on green fertilizer depending on the systems of soil basic tillage in the forest steppe of Ukraine. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2023. Vol. 23. Issue 1. 669–681.

60. Grabovskyi M., Kucheruk P., Pavlichenko K., Roubík H. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. 30. 70022–70038.

61. Miroshnyk N., Grabovska T., Lavrov V., Shupova T., Grabovskyi M., Ternovyi Y., Roubík H., Prysiazhniuk N. Ecological structure of plant, insect and bird biodiversity and approaches to increasing the rationality of organic farming management (the case of Ukraine). *Ecological Questions*. 2025. Vol. 36. № 3. 1-25.

62. Панченко Т., Грабовський М., Лозінський М., Новохацький М., Панченко М. Кукурудза на зерно – альтернативний попередник пшениці озимої в Центральному Лісостепу України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2021. Вип. 29 (43). С. 159-171.

63. Методика польового дослідження : навчальний посібник / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.

64. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 381 с.

65. Mason S., Kmail Z., Galusha T., Jukić Ž. Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates. *Journal of Central European Agriculture*. 2019. Vol. 20, Iss. 1. P. 194–207.

66. Грабовський М.Б., Вахній С.П., Лозінський М.В., Панченко Т.В., Басюк П.Л. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. *Агробіологія*. 2021. №2. С. 33-42.

67. Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Урожайність зеленої і сухої маси гібридів кукурудзи та вихід біогазу залежно від застосування макро- і мікродобрив. *Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 77. С. 79-85.

68. Лавриненко Ю.О., Міщенко С.В., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Кобизева Л.Н., Грабовський М.Б. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву і обробітку біопрепаратами за умов зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. №12 С. 41-47.

69. Lavrynenko Yu. O., Hozh O. A., Vozhegova R. A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. № 1. P. 55–60.

70. Грабовський М. Б., Павліченко К. В., Козак Л. А., Качан Л. М. Енергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи для виробництва біогазу за використання макро- і мікродобрив. *Зернові культури*. 2022. №1. С. 100-107.

71. Ільчук М.М., Коновал І.А., Барановська О.Д., Євтушенко В.Д. Розвиток ринку зерна в Україні та його стабілізація. *Економіка АПК*. 2024. № 4. С. 29-38.

72. Грідін О.В. Сучасний стан та тенденції розвитку сфер виробництва, переробки та реалізації зерна: український та загальносвітовий контекст. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2018. № 3 (14). С. 54-62.

73. Потапов А.В., Грабовський М.Б. Економічна та енергетична ефективність застосування фунгіцидів та мікродобрив за вирощування гібридів буряків цукрових. *Агробіологія*. 2023. №1. С. 42-51.

74. Grabovskyi M., Mostipan O., Lozinskyi M., Kozak L., Fedorenko E., Ostrenko M., Gorodetskyi O., Kachan L., Kovalov D. Economic and energy efficiency of

fungicides and herbicides in soybean crops. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2025. Vol. 25. Issue 1. P. 445–453.

75. Амбросов В. Я. Питання конкурентоспроможності агроформувань. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства: Економічні науки*. 2009. Вип. 85. С. 3-9.

76. Грабовський М.Б., Козак Л.А., Лозінський М. В., Городецький О.С., Степаненко М. В. Економічна оцінка елементів технології вирощування кукурудзи для отримання зерна і біоетанолу. *Зрошуване землеробство*. 2024. Вип. 82. С. 20-25.

77. Грабовський М. Б., Мостипан О. В. Економічна оцінка застосування фунгіцидного і гербіцидного захисту сортів сої різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 45–53.

78. Шевченко М. С., Рибка В. С., Ляшенко Н. О. Основні аспекти забезпечення економічної стійкості виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Хранение и переработка зерна*. 2014. № 6. С. 26–29.