

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

**ВПЛИВ НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА
УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В
УМОВАХ ПСП «СТЕП» ЖИТОМИРСЬКОГО
РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Рівень вищої освіти: другий (освітній рівень)
Кваліфікація: «Магістр з агрономії»

Виконав: Цирюк Володимир Янович _____
прізвище, ім'я, по батькові *підпис*

Керівник: професор Грабовський М.Б. _____
вчене звання, прізвище, ініціали *підпис*

Я, Цирюк Володимир Янович, засвідчую, 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
Цирюку Володимиру Яновичу

Тема: «Вплив норм мінеральних добрив на урожайність гібридів кукурудзи в умовах ПСП «Степ» Житомирського району Житомирської області»
 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 мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи; ґрунтово-кліматичні умови господарства; методика проведення досліджень; аналіз результатів досліджень з вивчення впливу мінеральних добрив на ріст, розвиток і продуктивність кукурудзи; економічна оцінка результатів досліджу.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
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

_____ професор Грабовський М.Б.
 підпис вчене звання, прізвище, ініціали

Здобувач

_____ Цирюк В.Я.
 підпис прізвище, ініціали

Дата отримання завдання «05» вересня 2024 р.

РЕФЕРАТ

Цирюк В.Я. Вплив норм мінеральних добрив на урожайність гібридів кукурудзи в умовах ПСП «Степ» Житомирського району Житомирської області

Позитивний вплив мінеральних добрив на інтенсивність формування листків рослин кукурудзи позначається на розмірах листової поверхні. Найбільш суттєво площа листового апарату змінювалась при внесенні дози добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ у гібрида Богатир і становила $58,9 \text{ дм}^2$, що на $6,6 \text{ дм}^2$ більше, ніж на фоні без добрив та на $3,2 \text{ дм}^2$ порівняно з варіантом $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Відмічено посилення ростових процесів та фотосинтетичної діяльності посівів під впливом добрив позначилось на індивідуальній продуктивності рослин. В середньому за два роки у варіантах з максимальною дозою добрив приріст качанів відносно контролю у гібрида ЛГ30315 складав 15,2 шт., у СИ Фортаго – 14,0 шт., у Джоді – 10,7, у Богатир – 14,1 шт. качанів. Відмічена тенденція зменшення структурних показників урожаю гібридами кукурудзи при зниженні дози добрив – найменшими вони були при вирощуванні на природному фоні. Найвища маса 1000 зерен зафіксована у середньостиглого гібрида Богатир (262,4-294,1 г), найменша – у ранньостиглого Джоді МВ (216,0-223,3 г).

При вивченні гібридів кукурудзи на фонах мінерального живлення встановлено, що всі гібриди добре реагували на внесення добрив, підвищуючи при цьому врожайність на 14,0–20,8 %. При застосуванні мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{60}K_{60}$ найбільшу прибавку врожаю зерна відмічено у гібридів ЛГ30315 (1,82 т/га) і СИ Фортаго (2,05 т/га). Серед досліджуваних форм максимальну урожайність сформував гібрид Богатир 7,50–8,97 т/га. Найменший рівень продуктивності показав Джоді 6,43–7,67 т/га.

Ключові слова: кукурудза, мінеральні добрива, фотосинтетичні показники, маса 1000 зерен, урожайність зерна

ANNOTATION

Tsiryuk V.Y. The effect of mineral fertilizer rates on the yield of corn hybrids under the conditions of the Agricultural Production Cooperative «Step» Zhytomyr district Zhytomyr region

The positive effect of mineral fertilizers on the intensity of corn leaf formation affects the size of the leaf surface. The most significant change in leaf area occurred when applying a dose of $N_{120}P_{60}K_{60}$ fertilizer to the Monalisa hybrid, amounting to 58.9 dm^2 , which is 6.6 dm^2 more than without fertilizer and 3.2 dm^2 more than with $N_{60}P_{60}K_{60}$.

The intensification of growth processes and photosynthetic activity of crops under the influence of fertilizers affected the individual productivity of plants. On average, over two years, in the variants with the maximum fertilizer dose, the increase in ears relative to the control in the Helga hybrid was 15.2 pieces, in Anastasia – 14.0 pieces, in Novation – 10.7, and in Monalisa – 14.1 pieces of ears. There was a tendency for the structural indicators of corn hybrid yields to decrease with lower fertilizer doses; they were lowest when grown on natural soil. The highest weight of 1,000 grains was recorded in the mid-season hybrid Monalisa (262.4-294.1 g), and the lowest in the early-season Novation MB (216.0-223.3 g).

It was found that all hybrids responded well to fertilizer application, increasing yield by 14.0–20.8%. When mineral fertilizers were applied at a dose of $N_{120}P_{60}K_{60}$, the largest increase in grain yield was observed in the Helga (1.82 t/ha) and Anastasia (2.05 t/ha) hybrids. Among the studied forms, the hybrid Monalisa formed the maximum yield of 7.50–8.97 t/ha. Novation showed the lowest productivity level of 6.43–7.67 t/ha.

Keywords: *corn, mineral fertilizers, photosynthetic indicators, weight of 1000 grains, grain yield*

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Огляд літератури.....	8
Розділ 2. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень.....	23
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови	23
2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень.....	25
Розділ 3. Мета, завдання і методика проведення досліджень.....	28
3.1. Мета та завдання досліджень.....	28
3.2. Схема досліду та методики досліджень.....	28
3.3. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді.....	30
Розділ 4. Результати досліджень.....	31
4.1. Ріст та розвиток рослин гібридів кукурудзи	31
4.2. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи.....	33
4.3. Вплив доз добрив на основні елементи структури врожаю кукурудзи.....	36
4.4. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення.....	39
4.5. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи на різних фонах живлення.....	40
Висновки	44
Рекомендації виробництву.....	46
Список використаних джерел.....	48

ВСТУП

Зернове господарство України є стратегічною і найбільш ефективною галуззю народного господарства. Зерно і вироблені з нього продукти завжди були ліквідними, оскільки вони становлять основу продовольчої бази і безпеки держави.

Природнокліматичні умови та родючі ґрунти України сприятливі для вирощування основних зернових культур і дозволяють отримувати високоякісне продовольче зерно в обсягах, достатніх для забезпечення внутрішніх потреб і формуванню потенціалу. Разом з тим, подальший розвиток зернової галузі вимагає ґрунтовної економічної оцінки, перегляду цілого ряду позицій щодо технічно-технологічних, організаційно-економічних та ринкових умов функціонування всього комплексу.

Інтенсифікація розвитку зернового господарства та збільшення обсягів виробництва зерна досягається завдяки таким основним чинникам, як підвищення урожайності шляхом удосконалення землекористування, структури посівів, попередників, обробітку ґрунту, внесення мінеральних добрив і проведення хімічної меліорації земель, захисту рослин, розвитку селекції і насінництва, підвищення якості зерна, науково-методичного забезпечення, розвитку ринку зерна.

В умовах Лісостепу України виробництво зерна досягається переважно за рахунок озимої та ярої пшениці, ячменю та кукурудзи. В успішному рішенні зернової проблеми велика роль належить кукурудзі – одній з найбільш високопродуктивних культур багатопланового використання. Валові збори зерна кукурудзи в найближчі роки повинні збільшитися за рахунок підвищення врожайності та оптимізації її посівних площ.

Значним резервом підвищення валових зборів зерна цієї культури є впровадження сучасних енергозберігаючих технологій вирощування, які б об'єднували досягнення селекції, насінництва, прийомів сортової агротехніки, хімізації та механізації виробництва кукурудзи на основі точного біологічного контролю за станом рослин. Вона дозволяє, як показує досвід вирощування

кукурудзи в багатьох районах і агроформуваннях, отримувати високі врожаї зерна при значній економії ресурсів. Дана робота присвячена вивченню впливу мінеральних добрив на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах ПСП «Степ» Житомирського району Житомирської області.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Кукурудза (*Zea mays* L.) є однорічною гібридною дводомною рослиною, що належить до класу однодольних (*Monocotyledonae*), родини *Poaceae*, роду *Zea* та підродини *Poaceae*. Відповідно до сучасної ботанічної класифікації, культуру поділяють на вісім основних підтипів: аорта (*Aorta* Stuart.), крохмальна (*Amylicia* Stuart.), зубоподібна (*Indenta* Stuart.), кремениста (*Siliceus Andorata* Stuart.), цукрова (*Saccharata*), воскова (*Ceratina Culsch.*), крохмалисто-цукрова (*Amilio secreta* Strut) та плівчаста (*Tunicata* Strut) [1–2].

Історичні дані свідчать, що кукурудза використовувалася людиною ще у період 80 000–10 000 років до нашої ери. У той час рослини були значно меншими за сучасні аналоги – у 2–4 рази нижчими за висотою, а качани мали дуже скромні розміри, не перевищуючи 5 см у довжину. Першими систематично вирощувати кукурудзу як зернову культуру почали мешканці давньої Мексики, згодом її активно культивували цивілізації ацтеків і майя, тоді як ольмеки протягом тисячоліть виступали ключовими постачальниками цієї культури для інших народів. Кукурудза мала не лише господарське, а й сакральне значення, що відображалось у релігійних віруваннях, зокрема в образі божества майя Кецалькоатля – бога родючості та кукурудзи. У Європу культура була завезена у XVI столітті, після чого швидко поширилася в Іспанії, Італії та Франції, а згодом поступово проникла на території Індії та Китаю [3].

На сучасному етапі кукурудза включена до польових сівозмін більшості країн Європи та Азії і часто займає провідні позиції серед зернових культур у світовому агровиробництві. Перші осередки її вирощування на Європейському континенті сформувалися на території Молдови, звідки культура поступово поширювалася в інші регіони, хоча темпи цього процесу були відносно повільними. В Україні кукурудза з'явилася лише наприкінці XIX століття, після

чого площі її вирощування почали стрімко зростати. Після успішної адаптації в районах Причорномор'я культура поширилася на північні території країни та в зону Лісостепу [4].

Частка України у світовому виробництві кукурудзи становить близько 3,1 %, а загальний обсяг виробництва зерна в період 2023–2025 років досяг 30,9 млн тонн. Середня врожайність культури за цей період становила 6,3 т/га, що перевищує відповідні показники Бразилії, Китаю та середньосвітові значення [5]. Подібні тенденції простежувалися як на внутрішньому аграрному ринку України, так і на світових ринках у 2024–2025 роках. За інформацією Міністерства сільського господарства США (USDA), у 2020–2023 роках світове виробництво кукурудзи перевищило 1 млрд тонн, що стало рекордним показником і сприяло подальшому зростанню врожайності та розширенню посівних площ у різних країнах світу [2].

Сполучені Штати Америки залишаються провідним світовим виробником кукурудзи та формують основні глобальні тенденції розвитку цієї галузі. Зростання внутрішнього виробництва в США значною мірою обумовлене реалізацією національних програм розвитку біоенергетики. За підсумками 2024 року Аргентина, Бразилія та Україна фактично зрівнялися зі США за обсягами експорту кукурудзи, утворивши групу провідних світових експортерів. Загальний обсяг міжнародної торгівлі кукурудзою у 2024 році становив 139 млн тонн, однак у поточному році прогнозується його зниження на 2,4 %. Це зумовлено переорієнтацією Бразилії з експортного ринку на внутрішнє споживання: обсяг експорту скоротився з 30,5 млн тонн до 20 млн тонн. Водночас більшість країн-виробників товарної кукурудзи наростили експортні поставки. Зокрема, обсяг експорту кукурудзи зі США досяг 55 млн тонн, що на 11 % більше порівняно з попереднім роком, тоді як в Аргентині цей показник зріс до 25 млн тонн, що на 22 % перевищує минулорічний рівень [6].

Як просапна культура кукурудза відіграє важливу роль у сівозмінах, виконуючи функцію ефективного попередника для багатьох сільськогосподарських культур. Вона сприяє зменшенню рівня забур'яненості посівів, зниженню фітосанітарного навантаження та обмеженню поширення небезпечних патогенів і шкідників, особливо у зернових культур. Кукурудза є сприятливим попередником для зернових при збиранні на зерно та ефективним парозаймаючим компонентом при вирощуванні на зелену масу. Вона добре поєднується у сівозмінах із бобовими та озимими культурами як на зрошуваних, так і на незрошуваних землях, хоча через тривалий вегетаційний період вважається лише умовно прийнятним попередником для озимих культур [7].

З позицій сучасного рослинництва та аграрної біотехнології кукурудза характеризується вагомими перевагами завдяки здатності формувати значні обсяги вегетативної маси – листя та стебел, які після збирання культури залишаються на поверхні поля та в ґрунті. Це сприяє накопиченню органічної речовини, покращенню структури ґрунту та поступовому зростанню його родючості. Окрім цього, культура вирізняється високою продуктивністю за показниками зернової врожайності. Таким чином, використання кукурудзи в умовах зрошення підвищує ефективність експлуатації зрошуваних земель, що має як економічні, так і екологічні переваги [8].

Кукурудза формує значну надземну і підземну біомасу та за своїми морфологічними характеристиками істотно відрізняється від більшості продовольчих культур. Вегетативні органи рослини – стебло, листки та коренева система – характеризуються інтенсивними темпами росту, при цьому надземна частина нерідко досягає висоти 1,5–2,0 м, а стрижневий корінь відсутній. У ранньостиглих низькорослих гібридів коренева система менш глибока і розгалужена порівняно з пізньостиглими високорослими формами. Первинні корені формуються безпосередньо з насінини та забезпечують початковий розвиток рослини, утворюючи потужну первинну кореневу систему, тоді як

додаткові корені, що формуються у вузлах пагонів, створюють розгалужену вторинну кореневу систему [9].

Кукурудза належить до вільнозапильних рослин, а будова її квіток суттєво відрізняється від інших злакових культур. Чоловіче суцвіття представлене волоттю, тоді як жіноче – качаном. Форма качана визначається генетичними особливостями сорту або гібриду, а також залежить від кліматичних та агротехнічних умов, проте переважно має циліндричну або слабкоконічну форму. Кількість рядів зерен у качані зазвичай варіює від 8 до 20, інколи досягаючи 30, а загальна кількість зерен у одному качані становить у середньому 400–800 штук. Зернівка кукурудзи як однодольної рослини складається із зародка, ендосперму та оболонки, що поєднує функції плоду і насінини. Маса 1000 зерен коливається в широких межах: у дрібнозерних форм – 100–150 г, у великозерних – 300–400 г [10].

Забарвлення зерна значною мірою залежить від генетичних особливостей сорту та гібриду й може бути білим, кремовим, жовтим, помаранчевим або червоним. У деяких сортів зустрічаються всі типові кольорові варіації, включно з темними, майже чорними відтінками [3, 11].

Кукурудза є теплолюбною культурою, однак її потреба в теплі істотно змінюється залежно від фази росту та розвитку. Оптимальна температура ґрунту в період проростання насіння та появи сходів становить 10–12 °С. За температури нижче 8 °С сходи можуть з'являтися лише через 15–17 днів, тоді як при 12–15 °С – через 10–12 днів. За температур нижче 14–15 °С інтенсивність ростових процесів суттєво знижується, а при 10 °С ріст практично припиняється. Критично високою температурою, за якої припиняється ріст рослин, є перевищення позначки +45 °С. Низькі температури також можуть завдавати значної шкоди перезволоженому та дозрілому зерну [12].

Польові дослідження засвідчили, що для формування високоякісного врожаю кукурудза потребує 450–600 мм опадів, при цьому в середньому 1 мм

атмосферної вологи забезпечує формування близько 20 кг зернової продукції. У першій половині вегетаційного періоду потреба рослин у воді є відносно невисокою, і нестача вологи майже не проявляється візуально. Водночас у критичні фази розвитку дефіцит вологи може спричиняти пригнічення росту, зниження фотосинтетичної активності, передчасне всихання листків, порушення процесів запилення та наливу зерна, а в окремих випадках – загибель рослин. Протягом вегетації одна рослина кукурудзи споживає в середньому близько 200 л води [13].

Упродовж вегетаційного періоду вологозабезпечення посівів кукурудзи в основному здійснюється за рахунок атмосферних опадів, тоді як додаткові ресурси вологи формуються шляхом накопичення ґрунтової вологи та конденсації з повітря. Ефективність використання опадів безпосередньо залежить від температури повітря і ґрунту, кількості та розподілу опадів упродовж вегетації, фізико-хімічних властивостей ґрунту та рівня забезпеченості посівів елементами живлення [14].

На ріст і розвиток кукурудзи істотно впливають фактори атмосферного середовища, серед яких провідну роль відіграють температура та вологість повітря, що тісно пов'язані з біологічними особливостями культури. Лучно-степові території півдня України характеризуються підвищеними температурами, недостатнім природним зволоженням і сухим повітрям, що спричиняє інтенсивне випаровування ґрунтової вологи та посилене дихання рослин. У результаті порушується баланс між транспірацією водяної пари з листової поверхні та надходженням води через кореневу систему [2, 14].

У зв'язку з цим однією з ключових функцій агротехнічних заходів у технології вирощування кукурудзи є підтримання оптимального водного режиму ґрунту. Зокрема, ущільнені посіви здатні краще утримувати вологу в ґрунті, що позитивно впливає на водний баланс рослин і підвищує їх адаптивну стійкість до посушливих умов.

Кукурудза належить до світлолюбних культур і активно використовує сонячну енергію з перших етапів весняної вегетації. На одному гектарі посівів формується 20 000–50 000 м² асиміляційної листкової поверхні, яка забезпечує інтенсивний фотосинтез. Площа асиміляційного апарату зростає пропорційно до збільшення рівня сонячної радіації та температурних показників. Недостатнє світлове забезпечення, низька температура ґрунту, порушення аерації або несприятлива реакція ґрунтового розчину можуть уповільнювати формування листкової поверхні та синтез хлорофілу, що негативно впливає на продуктивність культури [15].

Оптимальний світловий режим істотно активізує ферментативні процеси в рослинах. Для повноцінного росту та розвитку кукурудза потребує 12–14 годин інтенсивного сонячного освітлення на добу, водночас формування врожаю можливе навіть за 8–9 годин світлового дня. Надмірна загущеність посівів і засмічення бур'янами призводять до істотного зниження врожайності. Культура є чутливою до дефіциту світла: навіть незначне затінення, за наявності загалом сприятливих умов середовища, може суттєво зменшувати продуктивність і подовжувати вегетаційний період. Регулювання світлового режиму здійснюється через оптимізацію густоти стояння рослин, системи живлення та забезпечення вологою. За умов своєчасного і якісного догляду за посівами, раціональної агротехніки та збалансованої системи удобрення кукурудзу можливо вирощувати як монокультуру на більшості типів ґрунтів [16].

Найбільш придатними для вирощування кукурудзи є родючі ґрунти з добре сформованою водно-повітряною та поживною системами, високим вмістом органічної речовини, низьким рівнем забур'яненості та мінімальним ураженням шкідниками й хворобами. До оптимальних ґрунтових типів належать чорноземи, каштанові ґрунти, високопродуктивні суглинки, супіщані ґрунти та заплавні землі. Водночас малопродуктивні ґрунти з важким механічним

складом, перезволожені, засолені, заболочені або деградовані ділянки є непридатними для ефективного вирощування цієї культури [17–18].

Кукурудза характеризується високою потребою в мінеральному живленні. Азот відіграє ключову роль на початкових етапах онтогенезу: його дефіцит істотно пригнічує ріст і розвиток рослин. У звичайних умовах максимальне споживання азоту спостерігається за 2–3 тижні до викидання волоті. Фосфорне живлення є критично важливим у ранні фази вегетації (3–7 листків), коли активізуються процеси генеративного розвитку та інтенсивного росту кореневої системи. Недостатнє забезпечення фосфором призводить до формування неповноцінних качанів, нерівномірності рядів зерен, зменшення їх кількості та інших негативних наслідків. Достатній рівень фосфору стимулює розвиток коренів, підвищує посухостійкість рослин, активізує процеси качаноутворення та прискорює дозрівання зерна [19].

Підвищена потреба у фосфорних добривах зберігається і на пізніх етапах органогенезу – від фази формування зерна до воскової стиглості. Дефіцит калію порушує вуглеводний обмін, знижує інтенсивність фотосинтезу та послаблює розвиток кореневої системи, що негативно відображається на загальному фізіологічному стані рослин [20].

Підвищення продуктивності та якості зерна кукурудзи значною мірою залежить від науково обґрунтованого підбору сортів і гібридів для промислового вирощування. За висновками вітчизняних науковців, глобальне зростання обсягів продукції рослинництва неможливе без систематичного сортооновлення та впровадження у виробництво сучасних досягнень селекції. Саме добір оптимальних гібридів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов є ключовим чинником реалізації потенціалу культури [21].

Вітчизняною селекцією створено значну кількість сортів і гібридів кукурудзи з різними морфо-біологічними характеристиками, які по-різному реагують на позитивні (зрошення, удобрення, захист рослин, агротехніка) та

негативні (високі температури, дефіцит вологи, посухи, хвороби, шкідники, патогенні мікроорганізми, бур'яни) фактори виробничого середовища. Це зумовлює необхідність диференційованого підходу до підбору гібридного складу, особливо в сучасних умовах, коли значна частина господарств не має можливості забезпечити високий рівень агротехніки, повноцінні системи удобрення та своєчасний захист рослин [22].

Адаптація рослин до нових умов довкілля відбувається шляхом модифікаційної та генотипової мінливості, що супроводжується перебудовою складних фізіологічних, біохімічних, морфологічних і анатомічних процесів, а також формуванням нових механізмів реагування в процесі філогенезу [].

Гібридний склад Державного реєстру сортів рослин України постійно оновлюється відповідно до сучасних вимог, що зумовлено високим рівнем конкуренції між виробниками насіння та попитом агровиробників на високопродуктивні й якісні гібриди. Між сучасними інноваційними формами спостерігаються істотні відмінності за строками сівби, висотою рослин, площею листової поверхні, урожайністю та якісними показниками зерна, стійкістю до основних патогенів, ефективністю використання поливної води та добрив, а також рівнем вологості зерна при збиранні [23].

Застосування сучасних високоврожайних гібридів із високим адаптивним потенціалом дає змогу істотно підвищити врожайність зерна та знизити показники вологонакопичення, що має важливе ресурсозберігаюче значення. Наукові дослідження та селекційні програми, спрямовані на вивчення адаптивних властивостей гібридів до різних природно-кліматичних умов, є необхідною умовою повної реалізації їх генетичного потенціалу та стабільного підвищення продуктивності культури [24].

Сільськогосподарські товаровиробники дедалі більше уваги приділяють стійкості гібридів до несприятливих біотичних і абіотичних факторів під час вибору форм різних груп стиглості. Для сучасних гібридів особливо важливою

стає терmostійкість, значення якої зростає в умовах кліматичних змін і посилення посушливих явищ. Вітчизняними та зарубіжними селекціонерами розроблено гібриди, що поєднують високу продуктивність із підвищеною стійкістю до посухи, дефіциту вологи, ураження шкідниками та хворобами [5, 12, 25].

Традиційно гібриди кукурудзи класифікують за групами стиглості відповідно до шкали FAO: ранньостиглі – FAO 100–199, середньостиглі – FAO 300–399, середньопізні – FAO 400–499, пізньостиглі – FAO 500 і більше. Агрокліматичні умови степових регіонів півдня України, які характеризуються високою сумою активних температур, створюють можливість вирощування в умовах зрошення гібридів широкого спектра стиглості – від ранніх форм FAO 100–199 до середньопізніх гібридів групи FAO 400–499 [26].

У системі агротехнічного управління вирощуванням кукурудзи норма висіву є одним із ключових елементів планування сівби. Водночас під час визначення кількості насіння необхідно враховувати показники схожості та формувати заплановану густоту стояння з урахуванням фактичного стану конкретного поля і місця культури в сівозміні. Диференційований підхід до встановлення оптимальної густоти посіву дає змогу отримувати високий і економічно обґрунтований урожай за використання інтенсивних ресурсозберігаючих технологій, зокрема в органічному виробництві, за підвищеної густоти рослин і внесення мінеральних добрив у ґрунт [27].

У світовій аграрній практиці оптимальну густоту посівів кукурудзи різних груп стиглості визначають переважно в польових дослідках і надалі коригують відповідно до рівня інтенсифікації технологій, групи стиглості (FAO) гібридів, результатів агрохімічного аналізу ґрунту, забезпеченості елементами живлення та погодних умов конкретної зони. За даними зарубіжних дослідників, рекомендовані рівні густоти для різних ґрунтово-кліматичних регіонів відрізняються: у ПАР – 17–52 тис. рослин/га, у США – 30–40 тис. рослин/га, у

країнах ЄС – 50–75 тис. рослин/га. Отже, необхідність корекції густоти стояння залежно від місцевих ґрунтово-кліматичних і господарських умов підтверджується численними дослідженнями вітчизняних та іноземних учених [28].

Рівень загущення посівів суттєво впливає на темпи росту та особливості розвитку кукурудзи. Частина науковців зазначає, що надмірна густота в умовах незрошуваного землеробства може затримувати формування та дозрівання генеративних органів. Водночас існують експериментальні дані, які демонструють протилежне – за певних умов загущення ранньостиглих гібридів здатне прискорювати їх досягання. Такі суперечності свідчать, що реакція культури на густоту стояння суттєво залежить від рівня агротехніки, ґрунтово-кліматичних умов і морфобіологічних характеристик конкретних гібридів [29–31].

Результати досліджень показують, що у степових умовах півночі України за вирощування без зрошення оптимальна густота стояння для ранніх і середньостиглих гібридів становить 40–45 тис. рослин/га, тоді як для пізньостиглих – близько 30 тис. рослин/га [32–33].

За обмежених норм зрошення доцільно зменшувати густоту посівів, і навпаки – за достатнього вологозабезпечення густоту можна підвищувати. Згідно з багаторічними даними, найбільш економічно доцільною виявляється густота на рівні 60 тис. рослин/га, а найвищі врожаї формуються за умов зрошення, підтримання вологості ґрунту не нижче 80% від найменшої вологості та густоти стояння близько 60 тис. рослин/га [34].

Досліди в умовах зрошуваних земель степової зони України засвідчили, що густота 60–70 тис. рослин/га за біологічно оптимізованого режиму зрошення забезпечує найкращі результати. Ефективність зернового виробництва та конкурентоспроможність гібриду значною мірою визначаються умовами сівби, продуктивністю і рентабельністю батьківських форм, тому в дослідженнях із

чотирма рівнями густоти (40, 50, 60, 70 тис. рослин/га) та п'ятьма строками сівби найоптимальнішим було визначено ранній строк (20 квітня) у поєднанні з густотою 60 тис. рослин/га [35].

Найвищу врожайність гібрида Дніпровський 203 МВ отримано за густоти 70 тис. рослин/га при ранньому висіві (25 квітня), тоді як за другого строку сівби (5 травня) оптимальною була густота 60 тис. рослин/га. При рівні 60 тис. рослин/га зберігалася тенденція до підвищення врожайності [36].

Під час вивчення різних рівнів густоти для гібридів W64US (40, 50 і 60 тис. рослин/га) встановлено, що у посушливі роки загущення негативно впливає на урожайність зерна, оскільки зменшується кількість зерен у качані та погіршуються окремі структурні елементи врожаю [37].

З огляду на значні втрати води в першій половині вегетації та достатнє вологозабезпечення в другій, економічно вигідним виявляється вирощування гібрида Докучаєвський за густоти близько 60 тис. рослин/га. Дослідження на зрошуваних землях українського степу показують, що впровадження біооптимізованих режимів поливу та підвищених доз мінеральних добрив забезпечує найкращі результати за сталої густоти в межах 60–65 тис. рослин/га. Водночас для частини середньостиглих популяційних гібридів максимальна врожайність зерна і зеленої маси формується при густоті 70–75 тис. рослин/га [38].

Для середньораннього гібрида Піонер 3978 за диференційованих режимів зрошення (60–80–60%, 60–70–60% і 80–80–80% відносної вологості відповідно до шарів ґрунту 0,5; 0,7; 0,7 м) оптимальною визначено густоту 80 тис. рослин/га. Також експериментально виділено три ключові етапи розвитку: «сходи – до цвітіння», «цвітіння – формування зерна» та «налив зерна – воскова стиглість» [39].

Продуктивність середньостиглих гібридів кукурудзи, вирощуваних на силос на зрошуваних світло-каштанових ґрунтах Волгатонського вузла, істотно

залежить від поєднання густоти стояння та режимів зрошення. Дослідні установи Австрії, Франції та Німеччини рекомендують вирощування гібридів за густоти 70–100 тис. рослин/га із застосуванням оптимального зрошення та посиленого внесення азоту, фосфору і калію для забезпечення індексу листкової поверхні на рівні 5,5 [40].

Продуктивність кукурудзи, як і будь-якої польової культури, визначається комплексною дією природних і агрономічних чинників: водозабезпеченням, рівнем живлення, густотою стояння, фітосанітарним станом посівів тощо. На врожайність і якість зерна суттєво впливають погодні умови – температура, вологість, кількість і розподіл опадів, інтенсивність сонячної радіації та прояви посухи. Слід підкреслити, що зрошення не завжди здатне повністю нівелювати наслідки посухи, особливо за підвищення температури понад 35–40 °C. У стані теплового стресу, навіть за достатньої кількості води та поживних речовин, відбувається пригнічення фізіолого-біохімічних процесів, зниження врожайності та погіршення якості зерна [41].

Добрива є ефективним, а інколи й визначальним чинником підвищення врожайності та покращення якісних характеристик зерна кукурудзи. Вони здатні впливати на інтенсивність обміну речовин і стимулювати накопичення в рослинах цінних сполук – білків, жирів, вуглеводів тощо. У системі заходів щодо покращення якості зерна пріоритетним завданням є підвищення вмісту білка, що насамперед досягається оптимізацією азотного живлення. Водночас гібриди різних груп стиглості можуть по-різному реагувати на внесення органічних і мінеральних добрив [42].

Норми мінеральних добрив зазвичай визначають балансовим методом під запланований рівень урожайності з урахуванням фактичної родючості ґрунту та нормативів винесення елементів живлення на формування 1 т зерна: азоту – 25 кг, фосфору – 12 кг, калію – 25 кг [43].

Найдоцільнішим строком внесення мінеральних добрив є осінній період під основний обробіток ґрунту, що забезпечує їх більш рівномірний розподіл у профілі орного шару. Водночас перенесення частини добрив (25–33%) з основного внесення у припосівне та підживлення, як правило, не знижує продуктивності кукурудзи. Це особливо актуально для зон достатнього зволоження, де осіннє внесення азотних добрив може супроводжуватися їх вимиванням у глибші горизонти під впливом опадів [44].

Рівень азотного живлення залишається одним із провідних факторів продуктивності культур у сівозміні. Рослини чутливі як до дефіциту, так і до надлишку азоту в ґрунті. Вміння регулювати азотний режим дозволяє забезпечити високі врожаї, поліпшити якість продукції, підвищити збір білка, а також зменшити ризики вилягання та розвитку хвороб [45].

Погляди на роль органічних добрив у порівнянні з мінеральними, а також на значення органічної речовини, внесеної у ґрунт, неодноразово змінювалися в міру розвитку уявлень про кореневе живлення рослин [46].

Для максимально ефективного використання органічні та мінеральні добрива необхідно застосовувати як елементи єдиної системи, важливим принципом якої є їх раціональне поєднання в сівозміні з урахуванням біологічних властивостей культур і рівня родючості ґрунту [47]. Систематичне внесення гною та мінеральних добрив у сівозміні сприяє нарощуванню запасів гумусу в ґрунті.

Відмінність впливу гною та мінеральних добрив на гумусний стан ґрунту пояснюється передусім різною кількістю та якістю органічної речовини, що надходить у ґрунт. За використання мінеральних добрив основним джерелом органічної речовини є кореневі й післяжнивні рештки, які формуються завдяки додатковому врожаю, тоді як при внесенні гною до них додається органічна речовина самого гною. Порівняно з неудобреними варіантами і гній, і мінеральні добрива збагачують ґрунт поживними елементами, проте найбільш відчутне

підвищення родючості чорнозему досягається за систематичного сумісного внесення гною та мінеральних добрив у сівозміні. Поліпшення умов живлення рослин під впливом добрив обумовлює зростання загальної продуктивності сівозміни [48].

Підтримання вмісту гумусу на стабільному рівні або навіть його незначне збільшення при використанні мінеральних добрив можна пояснити зростанням маси кореневих і післяжнивних решток унаслідок покращення живлення рослин. Окрім того, мінеральні добрива здатні стимулювати розвиток у ґрунті хемотрофних бактерій і зелених водоростей, які асимілюють вуглекислий газ і синтезують органічні сполуки [14].

Найкращих результатів як щодо накопичення гумусу, так і щодо покращення його якісних характеристик досягають за оптимізованого поєднання гною та мінеральних добрив у сівозмінах [27].

У технологіях вирощування кукурудзи органічні добрива відіграють важливу роль у підвищенні врожайності. Вони не лише поповнюють ґрунт органічною речовиною та необхідними елементами живлення, а й зменшують накопичення небіогенних хімічних сполук. Найпоширенішим органічним добривом під кукурудзу є гній, цінність якого визначається також наявністю мікроелементів. Разом із гноєм у ґрунт надходить значна кількість мікроорганізмів, які швидко розмножуються, активізують мікробіологічні процеси та сприяють переходу малорухомих сполук поживних елементів у доступні для рослин форми [49].

Засвоєння рослинами окремих елементів живлення посилюється за умови достатнього забезпечення іншими необхідними речовинами, що відображає один із проявів закону взаємодії (комплексної взаємообумовленої дії) факторів життя рослин [50].

Отже, питання встановлення оптимальних доз добрив є предметом значної уваги дослідників, однак недостатньо висвітленими залишаються аспекти,

пов'язані з реакцією біотипів кукурудзи на зміну рівня мінерального живлення. Актуальність таких досліджень обумовлена виробничою необхідністю оптимізації базової системи удобрення кукурудзи з урахуванням специфічних особливостей гібридів різних біотипів.

РОЗДІЛ 2

ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Експериментальна робота проводилась на базі приватного сільськогосподарського підприємства «Степ» Житомирського району Житомирської області.

Ґрунтово-кліматичні умови господарства є типовими для території Лісостепової зони Житомирської області. Рельєф місцевості характеризується слабовираженим нахилом із орієнтацією зі сходу на захід та середнім ухилом близько 1°, що створює сприятливі умови для ведення механізованого землеробства. Провідним типом ґрунтового покриву в межах господарства є звичайний чорнозем із низьким вмістом гумусу.

Цей ґрунт вирізняється високою природною продуктивністю та придатністю для вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур, характерних для даної природно-кліматичної зони. Його формування відбувалося під впливом степової злаково-трав'яної рослинності на материнських породах лісового походження, збагачених карбонатами кальцію, за умов чергування періодів зволоження та посушливих фаз. Вміст органічної речовини (гумусу) в ґрунті становить близько 3,7 %, що забезпечує достатній рівень родючості та біологічної активності.

Комплекс заходів, спрямованих на підвищення продуктивного потенціалу ґрунтів, має бути зосереджений передусім на оптимізації водного режиму та збалансуванні елементів живлення. Раціональне управління вологонакопиченням, удосконалення систем удобрення та підтримання агрофізичних властивостей ґрунту є ключовими чинниками стабільного формування врожаїв і збереження родючості земельних ресурсів у довгостроковій перспективі.

Агрохімічні властивості основних типів ґрунтів наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Основні агрохімічні показники ґрунту

Тип ґрунту	Кислот- ність ґрунту, рН	Загальний вміст гумусу, %	Обмінні сполуки, мг/100г. гр		
			N	P	K
Чорнозем звичайний малогумусний	6,4	3,2-3,7	3,4	7,2	9,1

Отримані агрохімічні показники свідчать про те, що ґрунти дослідної земельної ділянки характеризуються високим рівнем забезпеченості фосфором і калієм, водночас спостерігається дефіцит азоту. У зв'язку з цим потреба у фосфорних і калійних добривах є відносно нижчою, тоді як застосування азотних форм живлення має бути пріоритетним напрямом у системі удобрення.

Кліматичні умови південної частини Житомирської області формуються в межах помірно-континентального клімату, для якого характерна певна нестабільність зволоження та періодичне виникнення років із дефіцитом атмосферних опадів. Це створює ризики водного стресу для сільськогосподарських культур у критичні фази їх розвитку.

Зимовий період відзначається значною мінливістю температурних показників. Зима загалом м'яка, зі слабо вираженим і нестійким сніговим покривом, часто спостерігаються тривалі періоди безморозної та безсніжної погоди. Починаючи з березня, відбувається різке підвищення температурного фону, що зумовлює ранній початок весняних процесів вегетації.

За багаторічними метеорологічними спостереженнями середньорічна температура повітря коливається в межах +9,3...+10,2 °С. Найхолоднішим місяцем є січень, із середніми температурами від -2,6 до -6,0 °С, тоді як найтеплішим є липень, середні значення якого становлять +21,6...+22,5 °С. У весняний період середньодобова температура досягає 0 °С наприкінці березня, 5 °С - на початку квітня, 10 °С - наприкінці квітня та 15 °С - на початку травня. Пізні весняні заморозки можливі орієнтовно до 10 квітня, а повторні похолодання - до 10 травня.

Тривалість теплового періоду з середньодобовою температурою понад 10 °C становить у середньому 165–175 днів, що є сприятливим для вирощування теплолюбних культур. У більшості років літній сезон обмежується датами переходу середньодобових температур через біологічні пороги активної вегетації.

У літній період температурний режим характеризується відносною стабільністю та підвищеними значеннями. Середні температури з червня по липень перебувають у межах 22,1–24,5 °C, тоді як абсолютні максимуми можуть досягати 39–45 °C, що створює потенційні ризики перегріву рослин та посилення посушливих явищ.

2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень

В цілому кліматичні умови місця, де проводили досліди, є типовими для зони Лісостепу України і за тепловими ресурсами – достатніми для вирощування ранньостиглих і навіть середньостиглих гібридів кукурудзи.

Метеорологічні умови за час вегетації кукурудзи в роки досліджень наведено в таблиці 2.

В 2024 р. значні опади у березні та понижена температура повітря призвели до запізнення весняних робіт. Достатня кількість опадів сприяла добрій вологозабезпеченості ґрунту та дружньому проростанню зерна, проте внаслідок невисокої температури повітря сходи та процес листотворення (до появи 8-9 листка) проходив дещо уповільненими темпами.

Відставання в розвитку становило від 5 до 12 діб. Стан рослин у цей період був задовільним. Значне потепління, яке спостерігалось із середини червня, прискорило розвиток рослин кукурудзи та суттєво покращило їх стан. Температурний режим починаючи з III декади червня відповідав потребі у теплі цієї культури. Цвітіння проходило в умовах теплої погоди, яка сприяла нормальному проходженню цього процесу і, як наслідок, нормальній озерненості качанів. Формування зерна проходило в умовах теплої та сухої погоди. Значні дощі у серпні суттєво покращили вологозабезпеченість ґрунту,

що сприяло нормальному наливу зерна. Переважно суха, без значних опадів погода у вересні забезпечила дозрівання качанів і їх збирання.

Таблиця 2. Метеорологічні умови вегетаційного періоду кукурудзи в 2024-20252 рр.

Місяць	Декада	Температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
		2024 р.	2025 р.	Норма	2024 р.	2025 р.	Норма
Квітень	2	7,8	8,7	7,3	8	12	13
	3	10,7	10,4	9,8	3	3	16
Травень	1	11,1	10,3	12,1	21	18	20
	2	14,8	17,6	14,0	18	15	16
	3	14,1	21,3	14,7	32	26	25
Червень	1	13,0	19,0	16,3	52	27	28
	2	16,9	19,6	16,9	20	4	27
	3	20,9	18,0	17,6	12	3	32
Липень	1	19,6	18,7	17,8	0	43	31
	2	17,8	21,5	18,9	20	18	30
	3	21,1	21,9	18,6	0	14	32
Серпень	1	18,8	19,1	18,7	67	87	24
	2	17,4	20,4	17,7	70	88	17
	3	16,2	20,9	16,4	36	1	20
Вересень	1	14,4	15,8	15,1	18	46	21
	2	13,1	13,4	13,6	0	26	16
	3	13,8	14,6	11,8	1	0	18

Погодні умови 2025 р. на початку весни були сприятливі для посівів кукурудзи. Опади, які випадали в кінці квітня – на початку травня, сприяли добрій вологозабезпеченості ґрунту, та дружньому проростанню насіння. Протягом всієї вегетації рослин кукурудзи спостерігалася тепла погода. Середньомісячна температура травня та літніх місяців була вищою від норми (підвищення становило в межах 2-3°C). Щодо опадів, то їх кількість в кожному місяці була в межах норми, крім другої та третьої декади червня.

Таким чином, коротка характеристика погодних умов дозволяє зробити висновок, що у всі роки спостерігалася задовільна кількість опадів в червні – липні (період критичного водоспоживання гібридів). Неоднорідність погодних умов дозволила повною мірою оцінити реакцію гібридів кукурудзи на зміни умов теплового режиму та вологозабезпечення протягом вегетації залежно від досліджуваних прийомів і зробити відповідні висновки.

РОЗДІЛ 3

МЕТА, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Мета та завдання досліджень

Метою досліджень було наукове обґрунтування впливу мінеральних добрив на ріст, розвиток, урожайність і якість зерна гібридів кукурудзи в умовах ПСП «Степ» Житомирського району Житомирської області. Для досягнення поставленої мети ми поставили такі завдання:

- дослідити особливості росту та розвитку рослин і формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення;
- встановити реакцію рослин досліджуваних гібридів кукурудзи на різні дози добрив;
- визначити урожайність кукурудзи залежно від доз добрив та встановити їх оптимальні значення, при яких забезпечується підвищення продуктивності культури;
- дати економічну оцінку досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи та рекомендувати виробництву оптимальні їх показники.

3.2. Схема досліду та методики досліджень

Дослідження з впливу рівня мінерального живлення на продуктивність гібридів кукурудзи проводились за наступною схемою:

Фактор А: гібриди

1. ЛГ30315
2. СИ Фортаго
3. Джоді
4. Богатир

Фактор Б: рівень мінерального живлення

1. Без добрив (контроль)
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$

3. $N_{120}P_{60}K_{60}$

Посівна площа ділянок становила 101,6 м², облікова – 61,04 м² в трьох повтореннях. Розміщення варіантів систематичне.

В дослідях проводили наступні спостереження і дослідження [51–52]:

- Фенологічні спостереження. Відмічали початок (10% рослин) і повне (більше 75% рослин) настання фаз розвитку: сходи, цвітіння волотей, цвітіння качанів, молочний стан зерна, воскова стиглість, повна стиглість зерна.
- Висота рослин і прикріплення качанів. Виміри проводили в двох несуміжних повтореннях на ділянці в 5 місцях по 5 рослин (усього 25 рослин на ділянці). Вимірювали мірною рейкою: до викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхівки самого довгого (витягнутого) листка, в фазі цвітіння – від поверхні ґрунту до верхівки волоті.
- Підрахунок кількості листів в динаміці (окремо функціонуючих і сухих).
- Площу листків вимірювали, починаючи з фази 6-7 листків і до початку воскової стиглості зерна, через кожні 20 днів у всіх варіантах дослідів у двох несуміжних повтореннях. Визначали шляхом множення довжини кожного листка на його ширину і коефіцієнт 0,75 і суми всіх листків однієї рослини.
- Індивідуальна продуктивність рослин (кількість качанів на 100 рослин з урахуванням рослин без качанів, з одним, двома, трьома качанами).
- Структуру урожаю визначали на всіх варіантах у двох несуміжних повтореннях шляхом розбору проб качанів, відібраних при збиранні урожаю. Визначали довжину качана, його діаметр, масу качана, масу зерна з качана, кількість зерен у качані, масу 1000 зерен.
- Урожайність зерна визначали у всіх варіантах по всіх повтореннях шляхом ручного збирання качанів.
- Економічна ефективність і оцінка досліджуваних прийомів проводились за заключними результатами досліджень [53]. При проведенні експериментів, спостережень і досліджень керувалися методичними рекомендаціями.

3.3. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

Польові досліді закладали після попередника – озимої пшениці. Після збирання попередньої культури на полі виконували дворазове дискування на глибину 10–12 см, після чого проводили оранку на 27–30 см. Внесення добрив здійснювали восени під основний обробіток ґрунту відповідно до схем дослідів. Навесні, у міру фізичної стиглості ґрунту, проводили боронування важкими боронами, що забезпечувало вирівнювання поверхні поля.

Перед сівбою застосовували дві культивації на глибину 10–12 см та 6–8 см відповідно, або, за окремими варіантами, виконували одну культивацію на глибину загортання насіння. Сівбу кукурудзи здійснювали сівалкою Темро у третій декаді квітня, загортаючи насіння на 6–8 см. Після завершення сівби поле боронували, а за потреби додатково проводили коткування для покращення контакту насіння з ґрунтом.

Щоб отримати заплановану густоту стояння, норму висіву коригували шляхом внесення страхової надбавки на рівні 15%. Контроль забур'яненості забезпечували внесенням гербіциду Майстер у нормі 150 г/га у фазу 5–6 листків кукурудзи. Збирання врожаю проводили комбайном Class, при цьому обмолот здійснювали окремо з кожної дослідної ділянки.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Ріст та розвиток рослин гібридів кукурудзи

Одним із провідних чинників зростання продуктивності сільськогосподарських культур є забезпечення рослин повноцінним і збалансованим живленням. Визначальну роль у поповненні запасів поживних елементів у ґрунті та покращенні умов їх засвоєння відіграють добрива. Результати попередніх досліджень і багаторічних спостережень свідчать, що оптимізація мінерального живлення кукурудзи сприяє активнішому формуванню листкового апарату та збільшенню площі асиміляційної поверхні, інтенсифікації ростових процесів, наростанню надземної біомаси та ефективнішому використанню ґрунтової вологи рослинами, що має суттєве значення для формування високої врожайності зерна [54–56].

За даними окремих авторів, на ранніх етапах онтогенезу кукурудзи внесення добрив не завжди супроводжується помітними відмінностями у висоті рослин. Однак уже у фазі викидання волотей зі зростанням норм мінерального живлення спостерігається достовірне підвищення як загальної висоти рослин, так і рівня розміщення качанів на стеблі [57].

Висота рослин є важливим морфо-біологічним показником, який відображає реакцію культури на зміну умов вирощування. У проведених дослідках позитивний вплив удобрення на інтенсивність ростових процесів кукурудзи проявлявся вже у фазі 10–12 листків упродовж усіх років досліджень незалежно від рівня зволоження. У період активного росту стебла тенденція до збільшення висоти рослин на удобрених варіантах посилювалася, що підтверджується отриманими експериментальними даними (табл. 3).

За внесення дози добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ приріст висоти рослин у фазу цвітіння волотей становив у гібрида ЛГ30315 – 5,0 см порівняно з контролем без добрив, у СИ Фортаго – 5,5 см, у гібрида Джоді – 9,4 см, а у Богатир – 8,5 см. Найбільшими показниками висоти рослин у фазі цвітіння волотей

характеризувався гібрид Богатир, де значення коливалися в межах 219,1–228,3 см.

Таблиця 3. Біометричні показники рослин гібридів залежно від доз добрив (середнє за 2024-2025 рр.), см

Гібриди	Дози добрив	Висота рослин у фазу:		Висота прикріплення качанів
		10-12 листків	цвітіння волотей	
ЛГ30315	Без добрив	78,4	185,2	75,9
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	81,9	187,4	77,2
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	86,4	190,2	79,7
СИ Фортаго	Без добрив	80,3	213,0	82,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	82,5	216,2	86,8
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	83,7	218,5	87,9
Джоді	Без добрив	78,7	207,0	83,9
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	81,8	211,3	87,0
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	83,5	216,4	89,7
Богатир	Без добрив	84,0	219,1	83,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	87,5	223,6	86,0
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	90,5	228,3	89,6

Висота прикріплення качанів, яка є важливим показником придатності гібридів до механізованого збирання врожаю, у середньому за роки досліджень формувалася на достатньо високому рівні. У гібрида ЛГ30315 на варіанті без внесення добрив цей показник був на 2,7 см нижчим порівняно з фоном N₆₀P₆₀K₆₀, тоді як у гібридів СИ Фортаго, Джоді та Богатир різниця між відповідними варіантами становила 5,2; 5,8 та 6,1 см відповідно.

Наведені дані дозволяють зробити висновок, що висота рослин залежала не тільки від біологічних особливостей досліджуваних гібридів, а і від погодних умов та доз мінеральних добрив. Внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню висоти рослин та висоти прикріплення качанів.

4.2. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи

Фотосинтетична діяльність гібридів є найважливішим процесом, від якого значною мірою залежить функціонування рослин та їх продуктивність. Процес фотосинтезу проходить лише в зелених листках, тому спостереження за темпами засихання листових пластинок у гетерозисних форм при різних рівнях мінерального живлення є одним із визначальних показників в умовах нестійкого зволоження ґрунту [26, 58].

У наукових дослідженнях встановлено, що тривалість активного функціонування листового апарату безпосередньо пов'язана з рівнем забезпеченості рослин елементами живлення та вологою. Збереження фізіологічно активних листків упродовж критичних фаз розвитку культури (цвітіння, запилення, налив зерна) забезпечує стабільний перебіг фотосинтетичних процесів, що сприяє накопиченню органічної речовини та формуванню врожаю. Відомо, що передчасне відмирання листків призводить до різкого зниження асиміляційної здатності посівів і, як наслідок, до втрат продуктивності навіть за сприятливих погодних умов [5, 12–15, 23–27, 44].

Листкова поверхня виступає основним біологічним «апаратом» перетворення сонячної енергії на хімічну енергію органічних сполук, тому її структура, площа та функціональна активність мають визначальне значення для формування врожаю. Чим більша активна асиміляційна поверхня і чим довше вона зберігає фотосинтетичну активність, тим вищим є потенціал накопичення сухої речовини у вегетативних і генеративних органах рослини. У цьому контексті мінеральне живлення розглядається як один із ключових регуляторів фотосинтетичного потенціалу агроценозу [37, 48].

Позитивний вплив мінеральних добрив на інтенсивність формування листків рослин кукурудзи позначався на розмірах листової поверхні. Збільшення площі асиміляції рослин під впливом добрив спостерігалось ще до початку появи волотей, причому її величина залежала від дози. Максимальна площа листків формувалася в фазу цвітіння качана.

Найбільш суттєво площа листового апарату змінювалась при внесенні

дози добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ у гібрида Богатир і становила $58,9 \text{ дм}^2$, що на $6,6 \text{ дм}^2$ більше, ніж на фоні без добрив та на $3,2 \text{ дм}^2$ порівняно з варіантом $N_{60}P_{60}K_{60}$ (табл. 4).

Таблиця 4. Площа листової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від доз добрив, дм^2

Гібриди	Дози добрив	2024 р.	2025 р.	Середнє
ЛГ30315	Без добрив	49,1	50,3	49,7
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	51,2	54,5	52,9
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	53,8	55,8	54,9
СИ Фортаго	Без добрив	51,2	53,2	52,2
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	55,4	56,8	56,1
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	57,9	58,7	58,3
Джоді	Без добрив	50,7	51,4	51,1
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	51,5	52,5	52,0
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	52,6	54,3	53,5
Богатир	Без добрив	52,4	52,3	52,4
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	54,9	56,5	55,7
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	58,6	59,2	58,9

При застосуванні добрив у дозі $N_{120}P_{60}K_{60}$ площа листової поверхні у гібрида СИ Фортаго збільшувалась на $2,2 \text{ дм}^2$ порівняно з дозою $N_{60}P_{60}K_{60}$ на $6,1 \text{ дм}^2$ відносно неодобреного фону. У гібрида ЛГ30315 подібне збільшення становило $2,0$ та $5,0 \text{ дм}^2$, а найменші зміни спостерігались у гібрида Джоді – $1,5$ та $2,4 \text{ дм}^2$ відповідно.

Величина чистої продуктивності фотосинтезу залежить від біологічних властивостей гібридів та заходів агротехніки. Проте вплив основних агротехнічних прийомів на фотосинтетичну діяльність рослин вивчено недостатньо.

У досліджуваних форм чиста продуктивність фотосинтезу на першому

етапі визначення найбільшою була у варіантах з дозою добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$. В другий період обліків показники майже вирівнювались, але у варіантах з найвищою дозою добрив зберігалась тенденція до її збільшення. В третій період обліків перевага удобреного фону була більш помітною (табл. 5).

Таблиця 5. **Чиста продуктивності фотосинтезу гібридів кукурудзи залежно від доз добрив** (середнє за 2024-2025 рр.), $г/см^2 * добу * 10^{-4}$

Гібриди	Дози добрив	Періоди обліків:		
		8-29 червня	29 червня-19 липня	19 липня-8 серпня
ЛГ30315	Без добрив	7,5	10,3	6,0
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,6	10,7	6,8
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	9,0	10,9	7,2
СИ Фортаго	Без добрив	7,1	10,0	5,3
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,1	10,2	6,2
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	8,8	10,4	6,5
Джоді	Без добрив	7,3	10,0	5,2
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,0	10,1	6,0
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	8,6	10,3	6,3
Богатир	Без добрив	7,7	10,4	5,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,7	10,5	6,5
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	9,2	10,6	6,8

Отже, наші дані свідчать про позитивний вплив мінеральних добрив на продуктивність фотосинтезу рослинами гібридів кукурудзи. Найдовше цей процес тривав у гібридів СИ Фортаго та Богатир. Меншою інтенсивністю фотосинтезу у другій половині вегетації характеризувався гібрид Джоді.

4.3. Вплив доз добрив на основні елементи структури врожаю кукурудзи

Формування максимально можливого рівня врожайності зерна кукурудзи є досяжним лише за умов оптимального поєднання ключових елементів структури врожаю, які визначають потенціал продуктивності культури. Кожен із цих компонентів відіграє самостійну роль у формуванні загального врожайного результату, а їх сукупна взаємодія забезпечує реалізацію генетичного потенціалу гібридів.

У проведених дослідженнях встановлено, що гібриди кукурудзи по-різному формували структурні показники качанів залежно від рівня мінерального живлення. Реакція рослин на різні фони удобрення проявлялася у зміні як кількісних, так і якісних характеристик елементів продуктивності. Під час вивчення гібридів різних груп стиглості аналізували основні компоненти структури врожаю, зокрема: кількість качанів на одній рослині, довжину качана, кількість зерен у рядку, кількість рядів зерен, масу зерна з одного качана та масу 1000 зерен, що дозволило комплексно оцінити вплив умов живлення на формування врожайного потенціалу культури [41, 59–60].

Посилення ростових процесів та фотосинтетичної діяльності посівів під впливом добрив позначилось на індивідуальній продуктивності рослин і урожайності зерна гібридів. Збільшення кількості качанів спостерігалось вже при застосуванні дози добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, а при збільшенні її до $N_{120}P_{60}K_{60}$ приріст продуктивних органів сягав 8-12 шт. на кожні 100 рослин. В середньому у варіантах з максимальною дозою приріст качанів відносно контролю у гібрида ЛГ30315 складав 15,2 шт., у СИ Фортаго – 14,0 шт., у Джоді – 10,7, у Богатир – 14,1 шт. качанів (табл. 6).

Слід відзначити, що при підвищенні дози добрив у гібридів формувалося більше рослин з двома качанами, що свідчить про створення таким чином сприятливих умов для росту і розвитку їх рослин. Кількість безплідних рослин зменшувалась по мірі покращення умов живлення.

Відмічено, що гібриди з вищим ФАО (ЛГ30315, Богатир) краще реагували на підвищення мінерального живлення збільшуючи кількість качанів на рослин.

Таблиця 6. Індивідуальна продуктивність гібридів кукурудзи залежно від доз добрив (середнє за 2024-2025 рр.)

Гібриди	Дози добрив	Кількість качанів, шт./100 рос.	Кількість рослин: шт.		
			з двома качанами	з одним качаном	без качанів
ЛГ30315	Без добрив	95,3	14,3	76,2	4,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	103,4	15,5	84,8	3,1
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	110,5	16,6	91,7	2,2
СИ Фортаго	Без добрив	89,8	13,5	71,8	4,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	98,6	14,8	80,9	3,0
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	103,8	15,6	86,2	2,1
Джоді	Без добрив	91,8	8,7	68,9	13,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	97,6	9,3	76,1	11,7
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	102,5	9,7	82,0	9,2
Богатир	Без добрив	102,3	15,3	81,8	5,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	110,5	16,6	90,6	3,3
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	116,4	17,5	96,6	2,3

За даними наших досліджень виявилось, що гібриди проявили індивідуальні особливості формування урожайних показників залежно від рівня мінерального живлення. Розміри качанів, що утворювались на рослинах, мало варіювали під дією фактора удобреності і ця ознака була характерною для певного біотипу кукурудзи. Так, довжина качана практично не змінювалась під впливом досліджуваного агротехнічного заходу (табл. 7).

Максимальною вона була у гібрида СИ Фортаго –15,5-17,9 см, мінімальною – у Джоді 13,9-16,4 см. Одним із важливих показників структури урожаю є маса зерна, яке формується на качані. Встановлено, що найбільша маса зерна з качана у всіх досліджуваних гібридів була на варіантах з внесенням дози добрив N₁₂₀P₆₀K₆₀.

Таблиця 7. Показники структури врожаю гібридів кукурудзи залежно від доз добрив (середнє за 2024-2025 рр.)

Гібриди	Дози добрив	Довжина качана, см	Кількість зерен в рядку, шт	Кількість рядків	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
ЛГ30315	Без добрив	16,0	32,6	14	104,5	229,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,0	35,1	16	114,0	248,5
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	16,7	34,0	16	137,5	260,9
СИ Фортаго	Без добрив	15,5	36,2	16	107,0	238,6
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,4	37,2	14	132,0	247,8
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	17,9	38,4	16	156,5	250,7
Джоді	Без добрив	13,9	33,7	14	114,0	216,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	15,8	36,6	14	133,5	230,9
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	16,4	37,0	16	126,5	223,3
Богатир	Без добрив	15,0	32,4	16	129,0	262,4
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	16,3	34,3	18	145,5	287,4
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	16,5	37,3	18	152,4	294,1

Процес формування зернівок у досліджуваних гібридів проходив аналогічно даним маси їх з одного качана. Найвищий рівень маси 1000 зерен у всіх гібридів відмічався при сівбі їх на варіантах із застосуванням N₁₂₀P₆₀K₆₀. Як на природному фоні, так і при внесенні N₆₀P₆₀K₆₀ показники маси 1000 зерен зменшувались. Найвища маса 1000 зерен зафіксована у гібрида Богатир (262,4-294,1 г), найменша – у Джоді (216,0-223,3 г).

Таким чином, відмічена тенденція зменшення показників структури урожаю гібридів при зниженні дози добрив – найменшими вони були при вирощуванні на природному фоні. Зменшення маси зерна з качанів відбувалось не тільки внаслідок зниження абсолютної маси, а і в результаті погіршення озерненості качанів та скорочення їх розмірів.

4.4. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення

Підвищення продуктивності рослин під впливом удобрення безпосередньо відобразилося на зростанні врожайності зерна. Аналіз результатів обліку врожаю засвідчив, що його рівень у значній мірі визначався сукупною дією морфо-біологічних особливостей досліджуваних гібридів кукурудзи, норм і співвідношень внесених добрив, а також метеорологічних умов, що склалися впродовж вегетаційного періоду.

При вивченні гібридів кукурудзи на фонах мінерального живлення встановлено, що всі гібриди добре реагували на внесення добрив, підвищуючи при цьому врожайність на 14,2–20,8 %. На фоні внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ найбільшу прибавку врожаю зерна відмічено у гібридів ЛГ30315 (1,08 т/га) і Джоді (1,12 т/га) (табл.8).

Таблиця 8. Урожайність кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення, т/га

Гібриди	Дози добрив	2024 р.	2025 р.	Середнє
ЛГ30315	Без добрив	5,62	7,23	6,43
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,12	8,51	7,32
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	6,38	8,95	7,67
СИ Фортаго	Без добрив	5,94	7,56	6,75
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,78	8,88	7,83
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	6,97	9,26	8,12
Джоді	Без добрив	6,21	7,94	7,08
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	7,01	9,37	8,19
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	7,34	9,76	8,55
Богатир	Без добрив	6,68	8,31	7,50
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	7,34	9,94	8,64
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	7,57	10,36	8,97
НІР ₀₅ т/га, для	гібридів	1,07	1,12	
	доз добрив	1,45	1,34	

При застосуванні мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{60}K_{60}$ найбільшу прибавку врожаю зерна відмічено у гібридів ЛГ30315 (1,82 т/га) і СИ Фортаго (2,05 т/га).

Серед досліджуваних форм максимальну урожайність сформував гібрид Богатир 7,50–8,97 т/га. Найменший рівень продуктивності показав Джоді 6,43–7,67 т/га.

Значний вплив на формування урожайності досліджуваних форм здійснювали погодні умови періоду вегетації. Так, в більш сприятливий за гідротермічним режимом 2025 р. рівень врожаю на фоні $N_{120}P_{60}K_{60}$ у гібриду ЛГ30315 становив 8,23 т/га, у СИ Фортаго 8,57 т/га, у Джоді – 9,02 т/га, а у Богатир – 9,54 т/га.

В несприятливих умовах 2024 р., внаслідок занадто високих температур та низької відносної вологості повітря і недостатньої кількості опадів в літній період, рівень урожайності гібридів знизився. Слід зазначити, що найменше зменшував продуктивність гібрид Богатир – в середньому на 15%, що свідчить про його більшу пристосованість до зміни погодних умов. Варто зауважити, що у варіанті без добрив та з дозою $N_{60}P_{60}K_{60}$ зниження врожаю в посушливий рік відносно сприятливого відбувалося меншими темпами, ніж при застосуванні $N_{120}P_{60}K_{60}$.

4.5. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи на різних фонах живлення

Забезпечення збалансованого розвитку зернового виробництва, тваринницької галузі та переробної промисловості, для яких кукурудза є стратегічною сировинною культурою, неможливе без суттєвого нарощування обсягів валового виробництва її зерна. Розв'язання цього завдання потребує комплексного аналізу економічних аспектів вирощування культури, зокрема оцінки витрат на виробництво гібридів залежно від елементів сортової агротехніки, рівня прибутковості та показників рентабельності виробництва [53].

У проведених економічних розрахунках основними критеріями ефективності слугували такі показники: виробничі витрати на 1 га посівної площі, чистий прибуток з 1 га та рівень рентабельності. Витрати на вирощування кукурудзи за різних варіантів сортової агротехніки визначали на основі розроблених технологічних карт із використанням чинних методичних рекомендацій і нормативних документів [60].

Гібриди кукурудзи в економічному аспекті розглядаються як засіб виробництва, що відіграє активну роль у системі «середовище – рослина». Генетично зумовлений потенціал продуктивності сорту визначає ефективність трансформації природної родючості ґрунту в кінцевий споживчий продукт. Вартісну оцінку валової продукції зерна здійснювали відповідно до державних закупівельних цін урожаю 2025 року, які становили 9500 грн/т (табл. 9).

Таблиця 9. Економічна ефективність застосування мінеральних добрив при вирощуванні гібридів кукурудзи (середнє за 2024-2025 рр.)

Гібриди	Дози добрив	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн/га	Витрати виробництва, грн/га	Чистий прибуток грн/га	Собівартість 1 ц, грн	Рівень рентабельності, %
ЛГ30315	Без добрив	6,4	57825,0	28049,8	29775,2	4365,7	106,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,3	65835,0	32431,9	33403,1	4433,6	103,0
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	7,7	68985,0	34469,7	34515,3	4497,0	100,1
СИ Фортаго	Без добрив	6,8	60750,0	28137,1	32613,0	4168,5	115,9
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,8	70470,0	32389,3	38080,7	4136,6	117,6
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	8,1	73035,0	34555,7	38479,3	4258,2	111,4
Джоді	Без добрив	7,1	63675,0	26890,5	36784,5	3800,8	136,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8,2	73710,0	30282,8	43427,3	3697,5	143,4
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	8,6	76950,0	31885,8	45064,2	3729,3	141,3
Богатир	Без добрив	7,5	67455,0	28997,9	38457,1	3869,0	132,6
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8,6	77760,0	32259,0	45501,0	3733,7	141,0
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	9,0	80685,0	34813,7	45871,3	3883,3	131,8

Рівень рентабельності визначали як співвідношення умовно чистого прибутку до загальних виробничих витрат. Умовно чистий прибуток розраховували як різницю між вартістю отриманого врожаю зерна та сумарними витратами на його виробництво. Проведений економічний аналіз засвідчив, що використання різних агротехнічних прийомів у технології вирощування кукурудзи неоднаково впливало на формування економічних показників ефективності.

За результатами досліджень встановлено, що на фоні без внесення добрив витрати на вирощування, збирання та післязбиральну доробку зерна досліджуваних гібридів були мінімальними. Натомість у варіантах із застосуванням дози $N_{120}P_{60}K_{60}$ рівень витрат був найвищим, що обумовлювалося додатковими витратами, пов'язаними з придбанням, транспортуванням та внесенням мінеральних добрив. Витрати на сушіння зерна істотно залежали від його передзбиральної вологості, яка, у свою чергу, варіювала між гібридами з різними морфо-біологічними особливостями, що також впливало на загальну економічну ефективність виробництва.

Найбільший рівень умовно чистого прибутку зафіксований при вирощуванні гібридів кукурудзи на фоні внесення $N_{120}P_{60}K_{60}$. При зниженні дози добрив до $N_{60}P_{60}K_{60}$ зменшується прибутковість технологічного циклу.

Собівартість виробництва 1 т зерна гібридів на неудобреному фоні становила 3869,0–4365,7 грн. Собівартість 1 т зерна на удобрених фонах була меншою, ніж на неудобреному. Слід зазначити, що в окремі роки, рентабельність додаткових витрат на добрива, особливо тоді, коли посушливі умови вегетаційного періоду не сприяли реалізації потенціалу продуктивності гібридів, спостерігалось значне зниження цього показника, яке було на межі окупності витрат або навіть збитковим.

Найвищий рівень рентабельності 141,3 % та чистий прибуток 45064,2 грн/га у досліді спостерігався при вирощуванні гібриду Джоді на фоні добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$, різниця з варіантом $N_{60}P_{60}K_{60}$ становила 2,1 % та 1637,0 грн а з контролем 6,6 % і 6642,7 грн.

Таким чином, за даними зернової продуктивності гібридів кукурудзи, а також показників економічної ефективності застосування добрив у посівах досліджуваних біотипів, оптимальною й найбільш економічно вигідною є доза $N_{120}P_{60}K_{60}$.

ВИСНОВКИ

1. В наших дослідженнях найбільш інтенсивні ростові процеси зафіксовані у рослин кукурудзи на посівах де вносились добрива. При застосуванні дози добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ приріст рослин у фазу цвітіння волотей гібрида ЛГ30315 становив 5,0 см порівняно з варіантом без добрив, у СИ Фортаго – 5,5 см, Джоді – 9,4, а Богатир – 8,5 см. Максимальною висотою рослин у фазу цвітіння волотей відзначався гібрид Богатир – 219,1-228,3 см.

2. Позитивний вплив мінеральних добрив на інтенсивність формування листків рослин кукурудзи позначається на розмірах листової поверхні. Найбільш суттєво площа листового апарату змінювалась при внесенні дози добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ у гібрида Богатир і становила 58,9 дм², що на 6,6 дм² більше, ніж на фоні без добрив та на 3,2 дм² порівняно з варіантом $N_{60}P_{60}K_{60}$. У досліджуваних форм чиста продуктивність фотосинтезу найбільшою була у варіантах з дозою добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$.

3. Посилення ростових процесів та фотосинтетичної діяльності посівів під впливом добрив позначилось на індивідуальній продуктивності рослин і урожайності зерна гібридів. В середньому за два роки у варіантах з максимальною дозою приріст качанів відносно контролю у гібрида ЛГ30315 складав 15,2 шт., у СИ Фортаго – 14,0 шт., у Джоді – 10,7, у Богатир – 14,1 шт. качанів.

4. Розміри качанів, що утворювались на рослинах, мало варіювали під дією фактора удобреності і ця ознака була характерною для певного біотипу кукурудзи. Відмічена тенденція зменшення структурних показників урожаю гібридами кукурудзи при зниженні дози добрив – найменшими вони були при вирощуванні на природному фоні. Найвища маса 1000 зерен зафіксована у середньостиглого гібрида Богатир (262,4-294,1 г), найменша – у ранньостиглого Джоді МВ (216,0-223,3 г).

При вивченні гібридів кукурудзи на фонах мінерального живлення встановлено, що всі гібриди добре реагували на внесення добрив, підвищуючи

при цьому врожайність на 14,0–20,8 %. При застосуванні мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{60}K_{60}$ найбільшу прибавку врожаю зерна відмічено у гібридів ЛГ30315 (1,82 т/га) і СИ Фортаго (2,05 т/га). Серед досліджуваних форм максимальну урожайність сформував гібрид Богатир 7,50–8,97 т/га. Найменший рівень продуктивності показав Джоді 6,43–7,67 т/га.

5. Не зважаючи на підвищення витрат на застосування мінеральних добрив найбільший рівень чистого прибутку та рентабельності в досліді зафіксований при вирощуванні гібридів кукурудзи на фоні внесення $N_{120}P_{60}K_{60}$. Найвищий рівень рентабельності 141,3 % та чистий прибуток 45064,2 грн у досліді спостерігався при вирощуванні гібриду Джоді на фоні добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах ПСП «Степ» Житомирського району Житомирської області рекомендується вирощувати гібриди кукурудзи ЛГ30315, СИ Фортаго і Богатир на фоні внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. / За ред. М. В. Зубеця. Київ: Аграрна наука, 2010. 986 с.
2. Маслак О., Радченко М. Віддаємо перевагу кукурудзі. *Agroexpert*. 2010. № 5 (22). С. 12–16.
3. Остроський І. Л., Ямковий І. О. Високопродуктивні гібриди кукурудзи – комбінація вашого успіху. *Агроном*. 2014. № 1(43). С.130–140.
4. Шпаар Д. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування та використання. Київ: «Альфа-Стевія ЛТД», 2009. 396 с.
5. Панченко Т., Грабовський М. Агропромисловий сектор України в умовах повномасштабної війни та глобальних змін клімату. *Агробізнес Сьогодні*. 2025. №7(545). С. 20–21.
6. Паламарчук В. Д., Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Поліщук І. С., Поліщук М. І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Рогальська І. О., 2015. 452 с.
7. Prymak I., Grabovskyi M., Fedoruk Y., Lozinskyi M., Panchenko T., Yezerkovska L., Panchenko A., Karaulna V., Pokotylo I., Prysiashniuk 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.
8. Vozhehova R., Lavrynenko Y., Marchenko T., Piliarska O., Sharii V., Tyshchenko A., Drobit O., Mishchenko S., Grabovskyi M. Water Consumption and efficiency of irrigation of maize hybrids of different FAO groups in the southern steppe of Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2022. Vol. LXV, №1. 603-612.
9. Ситник В. П. Кукурудза – основа кормової бази високопродуктивного тваринництва. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 8. С. 5–7.
10. Prymak I., Fedoruk Y., Grabovskyi M., Lozinskyi M., Lozinska T., Prysiashniuk 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.

11. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Урожайність зерна скоростиглих гібридів кукурудзи різних сортозмін. *Вісник аграрної науки*. 2017. 8. С. 19–23.

12. Андрієнко А., Дергачов Д., Кузьміч В., Токар Б. Стресові фактори для кукурудзи та мінімізація їхнього впливу. *Пропозиція*. 2017. № 3. С. 94–97.

13. Грабовський М.Б. Урожайність кукурудзи на силос залежно від рівня мінерального живлення в умовах Центрального Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. №7. С.49–53.

14. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білонойко М. А. Рослинництво: Навчальний посібник / Редактор О.І. Зінченко. К.: Аграрна освіта, 2001. С. 249-265.

15. Каленська С.М., Шевчук О.Я., Дмитрошак М.Я. Кукурудза. Київ: НААН, 2005. 502 с.

16. 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.
. 2021. Vol. 1, № 10. P. 584–598.

18. 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.

19. 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.

20. Господаренко Г. М. Система застосування добрив: навчальний посібник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. 332 с.
21. 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.
22. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза. Селекція та вирощування гібридів: монографія. Вінниця: ПП Павлюк І.Б. ВДАУ, 2009. 199 с.
23. Пащенко Ю. М. Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи: монографія. Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС. 2009. 224 с.
24. Конащук О.П., Кляуз М.А., Колпакова О.С. Особливості технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2013. № 59. С. 91-94.
25. Румбах М.Ю. Оптимізація технічних елементів вирощування гібридів кукурудзи в умовах степової зони Північної України. *Вісник Інституту зернового менеджменту*. 2019. № 36. С. 128-131.
26. Лавриненко Ю.О., Міщенко С.В., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Кобизєва 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.
27. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Вип. 6. Том 1. С. 7–13.
28. Khatri-Chhetri A., Aggarwal P. K., Joshi P. K., Vyas S. Farmers' prioritization of climate-smart agriculture (CSA) technologies. *Agricultural systems*. 2017. №151. P. 184–191.

29. Дудка М. І., Якунін О. П. Формування врожайності зерна кукурудзи залежно від способу сівби та густоти стояння рослин в Північному Степу України. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 76–84.
30. Косарський В. Ю., Грицун О. Л., Патюшенко С. О. Вплив густоти рослин на врожайність зерна кукурудзи. *Агроном*. 2010. № 3. С. 70–72.
31. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О. Продуктивність кукурудзи на силос в залежності від густоти стояння рослин. *Агробіологія*. 2015, №2 (121). С. 77–83.
32. Ісаєнков В. В. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2011. № 1. С. 124–127.
33. Грабовський М.Б. Продуктивність кукурудзи на силос та вихід біогазу залежно від густоти стояння рослин. *Наукові горизонти*. 2019. №7 (80). С. 15–21.
34. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. *Зерновиробництво*. Львів: НВФ Українські технології, 2008. 624 с.
35. Паламарчук В. Д., Паламарчук О. Д., Волчанська І. В., Мельник В. В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність зернової кукурудзи. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2012. Вип. 1 (57). С. 75–80.
36. Писаренко П. В., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В. Густота стояння рослин гібридів кукурудзи в умовах південного Степу. *Хранение и переработка зерна*. 2002. № 7. С. 28–30.
37. Кабанець В. М., Собко М. Г., Дубовик І. І. та ін. Технологія вирощування кукурудзи на зерно. Сад: Інститут сільського господарства Північного Сходу, 2012. 20 с.
38. 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.

39. Цехмейструк М. Г., Музафаров Н. М., Манько К. М. Аспекти вирощування кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*, 2014. №8 (279). С. 28–33.
40. 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.
41. Степаненко М. В., Грабовський М. Б. Вплив способів сівби на формування маси 1000 зерен у гібридів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 159–165.
42. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Єрмакова Л. М., Каленська С. М. Системи сучасних інтенсивних технологій (2-ге видання виправ. та допов.). Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с.
43. Панченко Т., Новохацький М., Грабовський М., Козак Л., Правдива Л. Комплексна оцінка впливу основного обробітку 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.
44. Мокрієнко В. А. Удосконалення елементів сортової технології вирощування кукурудзи в Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 "Рослинництво". Київ, 2004. 24 с.
45. Югенхеймер Р. У. Кукуруза [Перевод с англ. Г. В. Дерягина, Н. А. Емельянова и др.]. 1979. 519 с.
46. Ситнік В. П. Кукурудза – основа кормової бази високо продуктивного тваринництва. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 8. С. 5-7.
47. Мандриш О.Ю., Железняк В.В., Грабовський М.Б., Козак Л.А., Качан Л.М. Особливості росту й розвитку та формування продуктивності гібридів кукурудзи за різного рівня мінерального живлення. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Ротмістровські читання частина 2: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату»*, присвяченої до 130-річчя

заснування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції, смт Хлібодарське, 25 вересня 2025 року, Одеська ДСДС ІКОСГ НААН, С. 118–121.

48. Циков В. С. Кукурудза : технологія гібриди, насіння. Днепропетровск :Зоря, 2003. 296 с.

49. Грабовський М. Б., Панченко Т. В., Качан Л. М., Павліченко К. В., Німенко С. С. Зміна площі листової поверхні та урожайності зеленої маси кукурудзи залежно від рівня мінерального живлення. Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика, сортовипробування та агротехнології культурних рослин: виклики та перспективи», 25 квітня 2025 р., с. Центральне, МПП ім. В. М. Ремесла, С. 33.

50. Пащенко Ю.М., Андрієнко А.Л., Пащенко О.Ю. Продуктивність гібридів кукурудзи в технологічних системах. Вісник аграрної науки. 20116. №1. С.19-22.

51. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). К.: 2001. 64 с.

52. Лебідь Є. М., Циков В. С., Пащенко Ю. М. [та ін.]. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

53. Бойко В. І., Лебідь Є. М., Рибка В. С. [та ін.]. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / За ред. В. І. Бойка. К.: ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

54. 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.

55. Степаненко М.В., Грабовський М. Б. Зміна тривалості вегетаційного періоду та висоти рослин кукурудзи під впливом мінерального живлення. Збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції «Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети», м. Одеса, 24 березня 2023 р. С. 257–259.

56. Грабовський М. Б., Басюк П. Л., Павліченко К. В., Німенко С. С. Вплив мікродобрив та регуляторів росту рослин на зміну висоти рослин кукурудзи. Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Григорія Родіоновича Пікуша : «Сучасні технологічні аспекти виробництва зерна та переробки сільськогосподарської продукції», м. Дніпро 20–21 березня 2024 р., Дніпро, ДУ ІЗК НААН, С. 52–53.

57. Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Формування біометричних показників та накопичення сировини надземної маси гібридами кукурудзи під впливом макро- і мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2022. №123. С. 98–111.

58. Грабовський М.Б., Козак Л.А., Павліченко К.В. Зміна фотосинтетичних показників посівів кукурудзи під впливом макро і мікро добрив. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку», Біла Церква, 4-5 березня 2021 р., С. 187-189.

59. Мандриш О.Ю., Грабовський М.Б., Железняк В.В., Мостипан О.В., Павліченко К.В. Елементи структури врожаю гібридів кукурудзи за різного рівня технологічного забезпечення. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві», 02 жовтня 2025 року, Біла Церква, БНАУ, С. 4–6.

60. 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.