МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Спеціальність Н1 Агрономія

Допускається до захисту
завідувач кафедри рослинництва та цифрових технологій в агрономії
доцент_____ Панченко Т.В.
«__» _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН ТА УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ФГ «ПІВДЕННЕ» ОЛЕКСАНДРІЙСЬКОГО РАЙОНУ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

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

Виконав: Куртуков Іван Віталійович _____
прізвище, ім'я, по батькові *підпис*

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

Біла Церква – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агробіотехнологічний факультет
Спеціальність Н1 Агрономія

Затверджую
Гарант ОП «Агрономія»
професор_____Грабовський М.Б.
«08» вересня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Куртукову Івану Віталійовичу

Тема: «Особливості вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення в умовах ФГ «Південне» Олександрійського району Кіровоградської області»
Затверджено наказом ректора №496/С від 04.11.2025 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 17.11.2026 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані: огляд наукової літератури по вирощуванню кукурудзи за різної густоти стояння рослин та удобрення; методика проведення досліджень; аналіз результатів досліджень з вивченню впливу густоти стояння рослин та удобрення на ріст, розвиток і продуктивність кукурудзи; економічна оцінка результатів досліду.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	**Дата виконання етапу**	**Відмітка про виконання**
Огляд літератури	до 14.09.2026	виконано
Методична частина	до 21.09.2026	виконано
Дослідницька частина	до 25.10.2026	виконано
Оформлення роботи	до 17.11.2026	виконано
Перевірка на плагіат	до 01.11.2026	виконано
Подання на рецензування	до 09.11.2026	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	05.11.2026	виконано
Розміщення в репозитарії БНАУ з накладанням КЕП	до 21.11.2026	виконано

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

Здобувач _____ Куртуков І.В.
підпис *прізвище, ініціали*

Дата отримання завдання «08» вересня 2025 р.

ДЕКЛАРАЦІЯ
про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Куртуков Іван Віталійович здобувач другого рівня вищої освіти за освітньою програмою Н1 Агрономія, підтверджую, що кваліфікаційну роботу з теми:

«Особливості вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення в умовах ФГ «Південне» Олександрійського району Кіровоградської області» виконано мною з дотриманням принципів і правил академічної доброчесності.

Підтверджую, що:

- роботу виконано особисто на основі власних розробок і суджень;
- у роботі належним чином зазначено авторство та джерела використаних текстів, ідей, даних, зображень та інших матеріалів;
- наведені результати дослідження, дані та висновки є достовірними;
- робота не містить свідомо сфабрикованої чи сфальсифікованої інформації.

У процесі виконання роботи було використано інструменти штучного інтелекту, зокрема для оформлення та редагування тексту (Gemini), для перекладу тексту (Google Translate). Відомості про це наведено в роботі згідно з вимогами законодавства та встановленими правилами академічної доброчесності.

Я усвідомлюю відповідальність за зміст кваліфікаційної роботи та дотримання вимог академічної доброчесності під час її підготовки.

Дата: 18.11.2026

РЕФЕРАТ

Куртуков І.В. Особливості вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення в умовах ФГ «Південне» Олександрійського району Кіровоградської області

Представлена робота присвячена комплексному вивченню впливу густоти стояння рослин та різних фонів мінерального живлення на процеси росту, розвитку, формування елементів структури врожаю, загальну продуктивність і біохімічні показники зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості (Почаївський 190 МВ, Новела, Етюд 320, ДН Гетера).

Польові експерименти реалізовувалися протягом 2025–2026 років на базі фермерського господарства «Південне» (Олександрійський район Кіровоградської області). Ґрунтовий покрив дослідного поля репрезентований типовими для даного мікрорегіону чорноземами звичайними малогумусними.

За результатами дворічних досліджень науково обґрунтовано, що оптимізація мінерального живлення виступає потужним каталізатором біометричного прогресу рослин. Застосування добрив сприяло достовірному збільшенню висоти стебла на 10–20 %, розширенню площі асиміляційного апарату та покращенню лінійних розмірів качана. Водночас доведено, що надмірне загущення посівів провокує жорстку фітоценотичну конкуренцію за лімітовані ресурси (ґрунтову вологу та ФАР). Це закономірно призводить до стоншення стебел, зменшення кількості зернин у рядах та зниження маси зерна з одного качана.

Максимальний рівень зернової продуктивності забезпечили гібриди з пролонгованим періодом вегетації (Етюд 320 та ДН Гетера), максимальна врожайність яких за сприятливих гідротермічних умов сягала понад 6,0 т/га. Ранньостиглі генотипи (Почаївський 190 МВ) поступалися за валовим збором зерна, проте відзначалися вищою генетичною здатністю до накопичення сирого протеїну (до 8,4–8,6 %). Натомість пізньостиглі форми інтенсивніше трансформували енергію у сирий жир (до 5,89 %).

Найбільш економічно виправданою та екологічно доцільною стратегією для агровиробників регіону є вирощування сучасних гібридів кукурудзи з передзбиральною густотою 50 тис. рослин/га на фоні помірного стартового удобрення.

Ключові слова: *кукурудза, гібриди, густота, удобрення, продуктивність, якість, рентабельність.*

ANNOTATION

Kurtukov I.V. Features of corn hybrid cultivation depending on plant density and fertilization at the farm “Pivdenne” Oleksandriia district Kirovohrad region

The presented work is devoted to a comprehensive study of the influence of plant density and various mineral nutrition backgrounds on the processes of growth, development, formation of crop structure elements, overall productivity, and biochemical parameters of grain of corn (maize) hybrids of different maturity groups (Pochaivskyi 190 MV, Novela, Etiud 320, DN Hetera).

Field experiments were conducted during 2025–2026 on the basis of the "Pivdenne" farm (Oleksandriia district, Kirovohrad region). The soil cover of the experimental field is represented by typical for this microregion ordinary low-humus chernozems.

Based on the results of two-year studies, it has been scientifically proven that the optimization of mineral nutrition acts as a powerful catalyst for the biometric progress of plants. The application of fertilizers contributed to a significant increase in stem height by 10–20%, the expansion of the assimilation apparatus area, and the improvement of the linear dimensions of the cob. At the same time, it has been proven that excessive thickening of crops provokes harsh phytocenotic competition for limited resources (soil moisture and PAR). This naturally leads to thinning of stems, a decrease in the number of grains in rows, and a decrease in the weight of grain from one cob.

The maximum level of grain productivity was provided by hybrids with a prolonged vegetation period (Etiud 320 and DN Hetera), the maximum yield of which under favorable hydrothermal conditions reached over 6.0 t/ha. Early-maturing genotypes (Pochaivskyi 190 MV) were inferior in gross grain harvest but were distinguished by a higher genetic ability to accumulate crude protein (up to 8.4–8.6%). Instead, late-maturing forms more intensively transformed energy into crude fat (up to 5.89%).

The most economically justified and ecologically appropriate strategy for agricultural producers in the region is the cultivation of modern corn hybrids with a pre-harvest density of 50 thousand plants/ha against the background of moderate starter fertilization.

Keywords: *maize, hybrids, plant density, fertilization, productivity, quality, profitability.*

ЗМІСТ

Вступ 7
Розділ 1. Огляд літератури..... 9
1.1.Агроекологічні аспекти та біологічні особливості адаптації кукурудзи в умовах Степу та Лісостепу України……. 9
1.2. Вплив густоти стояння рослин на формування продуктивності та морфологічних параметрів гібридів……..… 11
1.3. Роль мінерального живлення в реалізації генетичного потенціалу кукурудзи……. 13
1.4. Особливості вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення…….. 14
Розділ 2. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень..... 19
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ……..... 19
2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень..... 21
Розділ 3. Мета, завдання і методика проведення досліджень..... 25
3.1. Мета та завдання досліджень…… 25
3.2. Схема досліду та методики досліджень…… 25
3.3. Характеристика гібридів кукурудзи…….. 27
3.4. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді…….…. 29
Розділ 4. Результати досліджень…….. 31
4.1. Формування біометричних показників рослин…… 31
4.2. Елементи структури урожаю кукурудзи…… 39
4.3. Урожайність гібридів кукурудзи…….. 43
4.4. Якісні показники зерна кукурудзи…… 46
4.5. Економічна ефективність елементів технології вирощування кукурудзи…… 49
Висновки 54
Рекомендації виробництву…… 57
Список використаних джерел..... 58

ВСТУП

Актуальність теми. Кукурудза є однією з провідних зернових культур в аграрному секторі України, що відіграє стратегічну роль у забезпеченні продовольчої, фуражної та енергетичної безпеки. В умовах глобальних кліматичних змін, традиційні технології вирощування потребують суттєвого переосмислення. Занесення до Державного реєстру сортів рослин значної кількості нових гібридів різних груп стиглості вимагає індивідуального підходу до розробки адаптивних та ресурсозберігаючих елементів технології їх культивування. Одними з найбільш керованих і вагомих факторів формування високого врожаю та якості зерна є оптимізація густоти стояння рослин та системи мінерального живлення. Зважаючи на стрімке зростання вартості мінеральних добрив, погіршення фітосанітарного стану полів та необхідність підвищення економічної рентабельності виробництва, наукове обґрунтування взаємодії цих чинників для сучасних гібридів кукурудзи є вкрай актуальним завданням, що має важливе теоретичне і практичне значення.

Метою дослідження було визначення впливу густоти стояння рослин кукурудзи та рівня мінерального живлення на врожайність гібридів кукурудзи в умовах ФГ «Південне» Олександрійського району Кіровоградської області.

Об’єктом дослідження є процеси росту, розвитку, формування елементів структури врожаю, продуктивності та якості зерна кукурудзи залежно від впливу абіотичних факторів та елементів технології вирощування.

Предметом дослідження виступають гібриди кукурудзи різних груп стиглості, дози мінеральних добрив, густота стояння, структура врожаю, рівень урожайності а також економічна ефективність вирощування культури в посушливих умовах.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань у процесі роботи використовувався комплекс загальнонаукових та спеціальних агрономічних методів: польовий; вимірювально-ваговий та метрологічний; фенологічний; лабораторний; розрахунково-порівняльний; математико-статистичний.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна роботи полягає в тому, що для ФГ «Південне» Олександрійського району Кіровоградської області (Північна підзона Степу України) вперше комплексно досліджено та науково обґрунтовано особливості формування продуктивності гібридів кукурудзи вітчизняної селекції різних груп стиглості залежно від поєднання рівнів мінерального удобрення та густоти стояння. Встановлено чіткі закономірності мінливості біометричних показників (висоти рослин і прикріплення качана, діаметра стебла), площі асиміляційного апарату,

структурних елементів качана та біохімічного складу зерна під впливом фітоценотичної конкуренції та умов ґрунту.

Практичне значення отриманих результатів. Доведено, що для фермерських господарств та агропідприємств зони Північного Степу України найбільш економічно та технологічно доцільним є вирощування сучасних гібридів кукурудзи з передзбиральною густотою стояння 50 тисяч рослин на гектар. Використання мінерального живлення (на рівні $N_{50}P_{30}K_{30}$) забезпечує отримання стабільно високих врожаїв (до 6,0 т/га) поряд із максимальними показниками рентабельності (понад 200–250 %). Впровадження запропонованих моделей вирощування дозволить суттєво знизити виробничі витрати на необґрунтовано високі дози мінеральних добрив, мінімізувати ризики втрати врожаю у посушливі роки та забезпечити високу якість вирощеної продукції.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Агроекологічні аспекти та біологічні особливості адаптації кукурудзи в умовах Степу та Лісостепу України

У контексті сучасного глобального потепління та посилення аридизації клімату, що супроводжується зростанням частоти посух і температурних екстремумів, вирощування кукурудзи (Zea mays L.) у степовій та лісостеповій зонах України потребує глибокого наукового переосмислення класичних агротехнологій. Ефективність застосування базових технологічних складових є тим фундаментальним базисом, що визначає рівень стабільності врожайності зерна, а також загальну економічну та енергетичну рентабельність вітчизняного аграрного сектору [30, 40, 43, 61].

З огляду на прогресуючий дефіцит ґрунтової вологи та періодичні теплові стреси, інноваційні технологічні підходи мають бути максимально сфокусовані на оптимізації водоспоживання, збереженні продуктивної вологи, раціональному використанні потенціалу ґрунтової родючості та підтриманні екологічного балансу агроценозів [7, 33, 40].

Комплексний підхід до формування видового та сортового складу агрофітоценозів передбачає скрупульозний моніторинг гідротермічних умов конкретної ґрунтово-кліматичної мікрозони, оцінку матеріально-технічного забезпечення агропідприємства та глибоке розуміння фізіологічних особливостей генотипів. Біологічна адаптація рослинного організму до стресових абіотичних і біотичних чинників реалізується завдяки складним механізмам генотипової та модифікаційної мінливості. Це зумовлює масштабні структурно-функціональні перебудови на рівні морфології, анатомії та біохімії впродовж усього онтогенезу, що дозволяє формувати нові норми реакції у філогенетичному розвитку [47, 50, 68].

У світовій селекційній та агрономічній практиці для типізації гібридів кукурудзи традиційно застосовують міжнародну систему індексування ФАО

(від англ. FAO – Food and Agriculture Organization), яка дає змогу чітко класифікувати селекційний матеріал за тривалістю вегетаційного періоду [12].

В умовах південних, центральних та східних регіонів України наявний агрокліматичний потенціал, зокрема достатня сума ефективних і активних температур, відкриває можливості для успішного культивування широкого спектра гібридів: від ультраранньостиглої та ранньостиглої групи (ФАО 100–199) до середньопізньої (ФАО 400–499) [12, 52, 55].

Ранньостиглі біотипи характеризуються феноменально інтенсивним стартовим ростом, що дозволяє їм ефективно використовувати зимово-весняні запаси вологи і формувати стабільний, хоч і дещо обмежений, урожай за рахунок уникнення найбільш критичних пікових періодів липнево-серпневої посухи [43, 64]. На противагу їм, середньостиглі та пізньостиглі гібриди відзначаються значно пролонгованим періодом активного фотосинтезу та накопичення сухої маси. За умов достатнього забезпечення вологою (природного або штучного у вигляді крапельного чи дощувального зрошення) вони здатні повністю реалізувати свій високий генетичний потенціал продуктивності [6, 40].

Сучасний етап розвитку сільськогосподарського виробництва характеризується стрімким впровадженням у виробництво високопродуктивних гібридів провідних світових та вітчизняних селекційних центрів. Особливої популярності на теренах України набули інноваційні продукти транснаціональних компаній, зокрема Pioneer та KWS, які демонструють високу екологічну пластичність. Практичний досвід випробувань показує, що гібриди лінійки Pioneer (наприклад, П8604, П8834, П9255) характеризуються потужним ефектом гетерозису, високою стійкістю до вилягання та відмінною вологовіддачею на фінальних етапах дозрівання [12, 18, 61].

З іншого боку, гібриди селекції KWS (зокрема, КВС Гендальф, КВС Інтелігенс, КВС Таско, КВС Лауро, КВС Фортуріо) відзначаються підвищеною толерантністю до загущення, швидким початковим ростом (early vigor) та чудовою ремонтантністю (stay-green ефект), що дозволяє їм зберігати

асиміляційну здатність листя навіть після настання фізіологічної зрілості зерна [14, 44, 45].

Висока генетична пластичність, посухостійкість та інтенсивний тип реакції на покращення умов вирощування у цих сучасних гібридів дають змогу максимально ефективно трансформувати фактори життя у високий урожай зерна [18, 48]. Останні досягнення селекціонерів забезпечують можливість формування врожайності зерна на рівні 12–14 т/га, а на зрошенні – до 16-17 т/га, із передзбиральною вологістю зерна в межах 12–15 %. Це ідеально інтегрується в сучасну парадигму енергоощадних технологій, кардинально мінімізуючи, а іноді й повністю нівелюючи, колосальні витрати на термічне досушування зерна на елеваторах [44, 45, 62].

Аналіз багаторічних досліджень свідчить, що оптимальна сортова структура посівних площ для степової та лісостепової зон має базуватися на диверсифікації ризиків і передбачає вирощування близько 10–15 % ранньостиглих гібридів, 30–35 % середньоранніх, 45–50 % середньостиглих та до 5-10 % пізньостиглих [40, 55]. Така архітектура посівів дозволяє розтягнути в часі критичні фази розвитку (цвітіння волоті та налив зерна), що є найкращою страховкою від локальних повітряних та ґрунтових посух [20, 21].

1.2. Вплив густоти стояння рослин на формування продуктивності та морфологічних параметрів гібридів

Густота стояння рослин є ключовим фітоценотичним та архітектурним параметром агроценозу, який безпосередньо та безальтернативно модулює рівень внутрішньовидової конкуренції за фотосинтетично активну радіацію (ФАР), ґрунтову вологу та доступні елементи мінерального живлення [34, 46]. Недостатня норма висіву і, як наслідок, зріджені посіви призводять до вкрай неефективного використання площі живлення. У таких умовах, хоча індивідуальна продуктивність кожної окремої рослини та параметри качана (довжина, кількість рядів зерен, маса 1000 зерен) сягають свого біологічного максимуму, загальний біологічний та господарський урожай з гектара суттєво

недобирається [21, 24, 32]. На противагу цьому, надмірне загущення посівів провокує жорстку конкуренцію, що викликає взаємне затінення рослин, деградацію листкового індексу (LAI) в нижніх ярусах, зниження інтенсивності фотосинтезу та масову появу безплідних рослин через порушення синхронізації між цвітінням волоті та викиданням ниток на качанах [42, 66].

Науковцями встановлено, що просторова архітектоніка посіву кардинально впливає на лінійні та біометричні розміри рослин. Зі збільшенням густоти стояння з 50–60 до 80–90 тис. шт./га і більше спостерігається інтенсивне етіолювання (витягування) міжвузлів, що призводить до підвищення загальної висоти рослин та висоти прикріплення верхнього господарськи придатного качана. Такі зміни, хоч і сприяють більшій технологічності під час механізованого збирання врожаю комбайнами, паралельно підвищують ризик прикореневого та стеблового вилягання посівів за умови сильних шквальних вітрів або надмірного зволоження у другій половині літа [42, 46, 56].

Слід акцентувати увагу на тому, що для кожного конкретного генотипу кукурудзи існує своя генетично детермінована константа оптимальної густоти, яка залежить не лише від групи стиглості, а й від габітусу рослини та кута відходження листків (ректоїдні форми витримують більше загущення). Для ранньостиглих гібридів (наприклад, Дніпровський 187 МВ, ДН Пивиха, або гібридів з ректоїдним типом листя) цей показник в умовах Лісостепу зазвичай становить 75–85 тис. шт./га, для середньоранніх (Дніпровський 284 МВ, ДН Орлик) – 65–75 тис. шт./га, а для середньостиглих і середньопізніх фіксується на рівні 55–65 тис. шт./га [21, 56].

Результати міжнародних та вітчизняних досліджень беззаперечно підтверджують, що максимізація ефективності використання вологи та формування врожайності на надвисоких рівнях (до 16–17 т/га за умов крапельного зрошення) досягається саме завдяки тонкому налаштуванню густоти, яка в таких інтенсивних умовах може сягати 88–100 тис. рослин/га [32, 66].

1.3. Роль мінерального живлення в реалізації генетичного потенціалу кукурудзи

Кукурудза, володіючи С4-типом фотосинтезу, належить до культур з надзвичайно інтенсивним типом засвоєння елементів мінерального живлення та колосальним потенціалом продукування органічної речовини. Відповідно до агрохімічних розрахунків, на формування кожної тонни товарного зерна та відповідної кількості побічної вегетативної маси з ґрунту безповоротно виноситься близько 20–30 кг чистого азоту, 8–10 кг фосфору, 15–17 кг калію, а також значна кількість життєво необхідних мезо- та мікроелементів, серед яких магній (Mg) – 6-10 кг, сірка (S) – 4-5 кг, цинк (Zn) – 0,05-0,1 кг, марганець (Mn) – 0,15 кг, бор (B) та залізо (Fe) [6, 36, 75].

Азот виступає ключовим структурним і функціональним будівельним матеріалом, необхідним для синтезу білків, нуклеїнових кислот, ферментів та пігменту хлорофілу. Забезпечення рослин достатньою кількістю азоту у критичні фази інтенсивного вегетативного росту (від 5-6 листків до викидання волоті) та закладання генеративних органів пролонгує функціональну активність фотосинтетичного апарату, значно затримує процеси старіння листкового апарату і гарантує формування масивного качана [3, 27, 63, 67]. У посушливих умовах Степу помірна доза внесення азотних добрив на рівні N60–N90 забезпечує стабільну і рентабельну прибавку врожайності, тоді як у зоні достатнього зволоження Лісостепу або на зрошенні ця доза повинна бути збільшена до N120–N180 для повної реалізації продуктивності гібридів [8, 32, 36, 74].

Фосфор відіграє фундаментальну та абсолютно незамінну роль у складних процесах енергетичного обміну рослин (входячи до складу макроергічних сполук АТФ та АДФ) та є каталізатором у процесі формування потужної, глибоко проникаючої мичкуватої кореневої системи. Важливо розуміти, що гостра нестача фосфору саме на ранніх етапах онтогенезу (у фазі 3-5 листків, коли рослина переходить на автотрофне живлення) не може бути повністю компенсована в пізніші фази розвитку, що неминуче призводить до затримки

росту, фіолетового забарвлення листя, пізнішого цвітіння та формування неповноцінних, здрібнілих зерен [11, 48, 68, 72].

Калій, у свою чергу, не входить до складу органічних сполук рослини, але виконує надважливу функцію клітинного осморегулятора. Він контролює тургор клітин та роботу продихового апарату, що має життєво важливе значення для підтримання водного гомеостазу та підвищення природної посухостійкості рослин кукурудзи. Оптимізація калійного живлення активно сприяє потовщенню клітинних стінок механічних тканин (склеренхіми), що суттєво підвищує міцність стебла та перешкоджає патогенному проникненню збудників фузаріозу та виляганню посівів у кінці вегетації [35, 57, 58]. Крім того, мікроелементи, особливо цинк, виступають невід'ємними кофакторами багатьох ферментних систем. Застосування цинку у вигляді позакореневих підживлень у фазі 6-8 листків стало золотим стандартом та базовим елементом сучасних високоінтенсивних технологій вирощування кукурудзи [25, 31, 35].

1.4. Особливості вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення

Висока врожайність зерна є результатом гармонійної взаємодії всіх елементів технології, серед яких найвагомішу роль відіграє синхронізація площі живлення (густоти стояння) з рівнем трофності ґрунтового середовища. Фундаментальні дослідження та польовий досвід доводять, що позитивний ефект від загущення посівів кукурудзи можливий виключно за умови адекватного, пропорційного зростання фону мінерального живлення. У разі дефіциту поживних речовин штучне загущення агроценозу призводить до різкого падіння маси 1000 зерен, критичного зменшення кількості зерен у ряду та масового абортування зав'язей на верхівці качана, що зводить нанівець усі сподівання на високий урожай [17, 32, 46].

Комплексне застосування підвищених доз мінеральних добрив (наприклад, збалансованого комплексу N120-150P90K90) дозволяє агроному змістити оптимум густоти стояння в бік загущення на 10–15 % порівняно з

екстенсивними фонами. Це забезпечує пропорційне та значне зростання загальної площі листкової поверхні на гектар без критичного зниження фотосинтетичного потенціалу кожної окремо взятої рослини [49, 53].

За таких високоінтенсивних умов сучасні адаптивні та пластичні гібриди кукурудзи, такі як КВС Інтелігенс, КВС Фортуріо або П8834, розкривають свій максимальний потенціал, формуючи досконалу структуру врожаю, оскільки генетично запрограмовані на високу ефективність утилізації внесених добрив. Оцінюючи параметри площі листкової поверхні та ефективність засвоєння елементів живлення, можна з упевненістю стверджувати, що гібриди інтенсивного типу потребують педантичного підходу до системи удобрення [14, 15].

Окрім класичних макродобрив, на фоні високих норм живлення надзвичайно високу агрономічну та економічну ефективність демонструє інтеграція в технологію мікродобрив у доступній хелатній формі, а також сучасних регуляторів росту антистресової дії. Обробка посівів у критичні фази (5–7 листків) комплексними амінокислотними препаратами чи гуматами стимулює потужний розвиток вторинної (вузлової) кореневої системи. Крім того, це допомагає швидко та ефективно нівелювати гербіцидний стрес від застосування жорстких страхових гербіцидів, що є надзвичайно актуальним при контролі складної забур'яненості на сумісних чи монокультурних посівах кукурудзи [1, 2, 14, 15, 31, 70].

Окремої і надзвичайно глибокої уваги заслуговують аспекти вирощування кукурудзи в системі сертифікованого органічного землеробства, що стрімко набирає популярності в Україні на фоні глобального тренду «зеленої» трансформації аграрного виробництва [27]. У процесі переходу підприємства до екологічно безпечного господарювання та під час щорічного проходження складних сертифікаційних аудитів (згідно з жорсткими міжнародними стандартами, такими як EU 2018/848, USDA NOP, Bio Suisse, чи Donau Soja), виробники стикаються з безпрецедентними технологічними викликами через

імперативну заборону використання синтетичних мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин (пестицидів) [38].

У таких специфічних та суворих умовах оптимізація густоти стояння та вибір правильної ширини міжрядь стає чи не єдиним і головним фітоценотичним та механічним інструментом боротьби з бур'янами. Розширення міжрядь дозволяє проводити багаторазові міжрядні культивації (з використанням штригельних борон, ротаційних мотик та культиваторів з камерами розпізнавання рослин), забезпечуючи ефективний механічний контроль бур'янів. Підтримання родючості ґрунту та забезпечення кукурудзи поживними речовинами в органічному циклі здійснюється виключно за рахунок впровадження багатопільних сівозмін з бобовими травами, активного використання сидератів (проміжних культур), внесення високоякісних компостів, гною та застосування мікробних біологічних деструкторів пожнивних залишків [27, 38, 69].

Специфіка вирощування органічної кукурудзи вимагає також бездоганного організаційного контролю. Інспектування таких полів передбачає жорсткий нагляд за станом буферних зон для уникнення контамінації (забруднення) хімічними речовинами з сусідніх традиційних полів. Крім того, на рівні переробки та зберігання необхідним є ретельний аналіз матеріального балансу (mass balance) на підприємстві для підтвердження того, що обсяги реалізованої органічної продукції не перевищують обсягів вирощеної, виключаючи будь-які ризики фальсифікації продукції. Використання висококонкурентних, високорослих адаптивних гібридів кукурудзи в органічних сівозмінах виступає надзвичайно дієвим елементом управління загальною продуктивністю агроланцюга [27, 38, 73].

Остаточна оцінка ефективності будь-якого інноваційного чи традиційного агротехнічного прийому в сучасному рослинництві базується на всебічному, комплексному аналізі економічної та енергетичної рентабельності. Витратна частина технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно чи силос формується переважно за рахунок високої вартості якісного насіннєвого

матеріалу, мінеральних добрив (питома вага яких у структурі прямих матеріальних витрат часто перевищує 30–40 %), а також суттєвих витрат на паливно-мастильні матеріали та експлуатацію сучасної сільськогосподарської техніки [29, 65, 71].

Перехід на ґрунтозахисні ресурсозберігаючі технології мінімального (Mini-Till) або нульового (No-Till) обробітку ґрунту, впровадження систем точного землеробства з локальним диференційованим внесенням добрив, а також цілеспрямоване використання спеціалізованих висококрохмальних чи біоенергетичних гібридів кукурудзи (зокрема, для виробництва біогазу або біоетанолу) дає можливість суттєво підвищити показники рентабельності виробництва і водночас істотно знизити антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище [13, 18, 62, 71].

Для отримання достовірної та науково обґрунтованої оцінки ефективності різних варіантів передзбиральної густоти рослин та градацій рівнів мінерального живлення, сучасні агрономічні дослідження повинні базуватися на жорсткому та беззаперечному дотриманні загальноприйнятих методик планування і проведення польового експерименту [37, 39, 59].

Отримані в ході багаторічних досліджень масиви сирих біометричних, фізіологічних, фенологічних та власне врожайних даних підлягають глибокій математико-статистичній обробці. У сучасній науковій практиці для цього залучаються потужні спеціалізовані програмні комплекси для статистичного аналізу, серед яких найвищу ефективність демонструє середовище Statistica (зокрема, версія Statistica 12) та аналогічні системи. Використання таких інструментів дозволяє швидко та коректно реалізувати багатофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA), побудувати адекватні кореляційно-регресійні моделі, що гарантує найвищу точність обчислень, визначення найменшої істотної різниці та повну наукову легітимність сформованих висновків щодо складної взаємодії в системі «генотип – густота стояння – рівень мінерального удобрення» [37, 39, 51, 59].

Загалом, аналіз світової та вітчизняної наукової літератури дозволяє стверджувати, що подальше вдосконалення технологій вирощування кукурудзи в Україні має базуватися на принципах екологічної доцільності, генетичної адаптивності та економічної прагматичності, що в симбіозі гарантуватиме продовольчу та енергетичну безпеку держави на довгострокову перспективу [4, 27, 40].

РОЗДІЛ 2
ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Дослідження проводилися в 2025–2026 рр. в умовах ФГ «Південне» Олександрійського району Кіровоградської області. За агрокліматичним районуванням дана територія входить до північної підзони українського Степу, для якої типовим є дефіцитний та вкрай нестійкий режим зволоження.

Кліматичні особливості зони проведення дослідів мають чітко виражений помірно континентальний характер, якому притаманна значна міжрічна мінливість метеорологічних показників. Середній багаторічний температурний показник фіксується на позначці 9,6 °С (з амплітудою коливань від 8,4 до 10,8 °С). Середня сума опадів за рік складає близько 509 мм, проте цей показник може змінюватися в межах 420,7–832,7 мм. Левова частка вологи (близько 68 % від річної суми) випадає протягом вегетаційного сезону (квітень–жовтень). Втім, через хвилястість рельєфу та переважно зливовий характер опадів, значна їхня кількість втрачається внаслідок поверхневого стоку та інтенсивного фізичного випаровування.

Навесні та влітку в північному Степу домінують вітри південно-східного напрямку. Вони транспортують сухі повітряні маси, що є головним фактором розвитку атмосферних посух. Максимум суховійних днів традиційно фіксується у травні та липні. Шквальні вітри зі швидкістю 10–20 м/с спостерігаються близько 15–20 діб щорічно, що періодично провокує виникнення пилових бур, здатних критично нашкодити посівам. За умов жорсткої посухи недобір зерна може становити від 10 до 50 % і навіть більше. Частота прояву інтенсивних і помірних посух у степовій зоні складає 3–4 випадки на кожні десять років. Варто зазначити, що протягом останніх двох десятиліть частка посушливих сезонів збільшилася на чверть (25 %), і цей тренд є обов'язковим для врахування при розробці сучасних адаптивних агротехнологій вирощування кукурудзи.

Формування степових ґрунтів відбувалося переважно на лесових породах середнього та важкого суглинкового гранулометричного складу (на річкових терасах трапляються легкі суглинки). Північний макрорегіон Степу репрезентований переважно чорноземами, тоді як на півдні панують каштанові ґрунти. Домінуючим типом є чорноземи звичайні, площа яких сягає 10,4 млн га; вони утворилися під покривом різнотравно-типчаково-ковилових ценозів. По мірі просування на південь та посилення аридизації товщина гумусованого профілю скорочується. Відповідно, виокремлюють чорноземи малопотужні (45–65 см), середньопотужні (65–85 см) та потужні (85–110 см). Залежно від відсотка органічної речовини їх класифікують на мало- та середньогумусні.

Безпосередньо на території дослідного поля ґрунтовий покрив сформований звичайними малогумусними чорноземами із середньосуглинковим мехскладом. Глибина залягання гумусового шару коливається в межах 38,0–43,0 см. Аналіз показав, що концентрація гумусу в орному (0–30 см) шарі дорівнює 3,6 %, а в підорному (20–40 см) знижується до 3,31 %. Ґрунтово-вбирний комплекс насичений переважно іонами кальцію (20,4 мг-екв) та магнію (7,8 мг-екв) на 100 г ґрунту. Загальний ступінь насиченості основами становить 94,18 %, завдяки чому реакція ґрунтового середовища є сприятливою – від слабокислої до близької до нейтральної (pH 6,6–6,8).

Агрохімічні показники родючості характеризуються такими параметрами валових форм макроелементів: азоту налічується 0,15–0,19 %, фосфору – близько 0,11–0,14 %, калію – від 2,0 до 2,4 %. Що стосується рухомих сполук, то рівень доступного фосфору (визначеного за методом Чирікова) складає 9–10 мг/100 г ґрунту, тоді як вміст обмінного калію (за методом Маслової) перебуває в діапазоні 14–15 мг на 100 г ґрунту.

Незважаючи на те, що звичайні чорноземи володіють потужним потенціалом природної родючості, одержання стабільно високих врожаїв неможливе без застосування вологозберігаючих агроприйомів, оскільки водний режим тут є лімітуючим фактором. Метеорологічні умови регіону загалом дозволяють успішно культивувати широкий спектр польових культур. Проте

періодичні літні зливи у поєднанні зі шквалами можуть провокувати розвиток ерозійних процесів. Протягом літніх місяців посіви часто відчувають водний дефіцит, негативний вплив якого суттєво посилюється дією суховіїв. Тим не менш, комплекс агрофізичних, агрохімічних та кліматичних властивостей дослідного регіону оцінюється як цілком сприятливий для успішної реалізації генетичного потенціалу кукурудзи та формування високоврожайних масивів якісного зерна.

2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень

Квітень 2025 року відзначався нестабільним температурним фоном. У першій декаді середньодобова температура повітря становила 10,3 °С, що перевищувало норму 7,5 °С, тоді як у другій декаді спостерігалося різке похолодання до 7,3 °С при нормі 8,8 °С (табл. 1).

Таблиця. 1. **Метеорологічні умови вегетаційного періоду кукурудзи в 2025–2026 рр. (за даними метеостанції м. Олександрія)**

Місяць	Декада	Температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
		2025 р.	2026 р.	Середня багаторічна	2025 р.	2026 р.	Середня багаторічна
Квітень	1	10,3	9,5	7,5	5,5	18,8	15,4
	2	7,3	10,2	8,8	46,9	36,1	15,4
	3	12	11,4	11,4	7,1	47,9	13,4
Травень	1	12,9	12,5	14	-0,3	1,5	13,4
	2	15,1	18,3	16,4	17,3	0,7	17,4
	3	16,9	18,2	17,1	1,2	33,7	16,4
Червень	1	22,1	19,6	19,2	15,8	0,7	15,4
	2	22,3	20,5	20,9	5,8	10,5	19,4
	3	21,7	21,2	21	7,1	20,3	18,4
Липень	1	22,1	25,2	21,8	9,8	1,7	17,4
	2	23,2	21,9	22,5	7,9	14,3	17,4
	3	23,3	22,7	23,2	5,5	27,2	18,4
Серпень	1	24	25	23,1	10	15,7	14,4
	2	22,9	24,3	22,2	14,7	14,7	14,4
	3	23,9	24,3	20,3	2	0,8	15,4
Вересень	1	17,8	20	18,8	5,5	4,7	18,4
	2	17	18,1	17,4	14,7	10,7	16,4
	3	16,8	20,5	17,4	12,7	0,7	14,4

Третя декада відзначилася потеплінням до 12,0 °С при багаторічній нормі 11,4 °С. Забезпеченість вологою була нерівномірною: перша і третя декади мали дефіцит опадів на рівні 5,5 мм та 7,1 мм відповідно, проте друга декада відзначилася надмірною кількістю опадів, яка досягла 46,9 мм при багаторічній нормі 15,4 мм.

Травень 2025 року виявився прохолоднішим за норму протягом усього місяця. Температура повітря у першій декаді становила 12,9 °С, у другій 15,1 °С, а в третій 16,9 °С, що поступалося середнім багаторічним значенням. Режим зволоження був вкрай незадовільним, особливо на початку та наприкінці місяця. У першій декаді опадів практично не було, у другій випало 17,3 мм, що відповідало нормі, а в третій зафіксовано лише 1,2 мм опадів при нормі 16,4 мм.

Червень 2025 року характеризувався підвищеним температурним режимом. Протягом усіх трьох декад температура перевищувала норму і становила 22,1 °С, 22,3 °С та 21,7 °С відповідно. Рівень опадів був задовільним лише у першій декаді, коли випало 15,8 мм вологи. Друга і третя декади відзначилися відчутним дефіцитом опадів: 5,8 мм та 7,1 мм проти норми 19,4 мм та 18,4 мм відповідно.

Липень 2025 року супроводжувався стабільно спекотною погодою, температурні показники коливалися від 22,1 °С у першій декаді до 23,3 °С у третій, дещо перевищуючи кліматичну норму. Опади випадали у вкрай недостатній кількості: 9,8 мм у першій декаді, 7,9 мм у другій та 5,5 мм у третій.

Серпень 2025 року відзначився продовженням спеки, особливо у третій декаді, коли температура досягла 23,9 °С при нормі 20,3 °С. Опади були розподілені нерівномірно: перша і друга декади отримали 10,0 мм та 14,7 мм, що було близько до норми, проте третя декада була посушливою з показником лише 2,0 мм.

Вересень 2025 року характеризувався помірним температурним режимом, який був нижчим за багаторічну норму в усіх декадах і коливався від 16,8 °С до 17,8 °С. Кількість опадів також була дещо нижчою за норму: 5,5 мм у першій декаді, 14,7 мм у другій та 12,7 мм у третій.

Погодні умови вегетаційного сезону 2026 року суттєво відрізнялися від попереднього року і мали свої специфічні особливості, як зазначається у даних метеостанції файлу табл.docx.

Квітень 2026 року розпочався з температурного фону, що перевищував багаторічні норми: 9,5 °C у першій декаді, 10,2 °C у другій та 11,4 °C у третій. Місяць відзначився аномально високою кількістю опадів, яка поступово зростала: від 18,8 мм у першій декаді до 36,1 мм у другій і досягла максимуму в 47,9 мм у третій декаді при нормі 13,4 мм.

Травень 2026 року стартував з прохолодної погоди на рівні 12,5 °C у першій декаді, але згодом відбулося різке потепління до 18,3 °C та 18,2 °C у наступних декадах. Перша та друга декади були надзвичайно посушливими: випало лише 1,5 мм та 0,7 мм опадів відповідно. Проте ситуація кардинально покращилася у третій декаді завдяки рясним дощам, які принесли 33,7 мм вологи.

Червень 2026 року мав підвищений температурний режим з поступовим зростанням від 19,6 °C до 21,2 °C. Початок місяця був дуже сухим із показником опадів 0,7 мм. Однак у другій декаді кількість опадів збільшилася до 10,5 мм, а третя декада принесла 20,3 мм вологи, що перевищило багаторічну норму.

Липень 2026 року розпочався з сильної спеки у першій декаді, коли середня температура сягнула 25,2 °C при нормі 21,8 °C. Надалі температура дещо знизилася до 21,9 °C та 22,7 °C. У першій декаді фіксувалася жорстка посуха з опадами на рівні 1,7 мм, але друга і третя декади принесли значне полегшення у вигляді 14,3 мм та 27,2 мм дощів.

Серпень 2026 року був надзвичайно спекотним протягом усього місяця. Температура утримувалася на рівні 25,0 °C у першій декаді та 24,3 °C у наступних двох, суттєво перевищуючи кліматичні норми. Зволоження було достатнім на початку місяця, коли випало 15,7 мм та 14,7 мм опадів, але третя декада виявилася абсолютно сухою із мізерними 0,8 мм вологи.

Вересень 2026 року відзначався нетипово теплою погодою, особливо у першій і третій декадах, коли температура досягала 20,0 °C та 20,5 °C. Рівень

опадів був дуже низьким: 4,7 мм у першій декаді, 10,7 мм у другій та лише 0,7 мм у третій. Тепла і посушлива осінь сприяла швидкій втраті вологи зерном кукурудзи.

РОЗДІЛ 3
МЕТА, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Мета та завдання досліджень

Метою дослідження було визначення впливу густоти стояння рослин кукурудзи та рівня мінерального живлення на врожайність гібридів кукурудзи в умовах ФГ «Південне» Олександрійського району Кіровоградської області. Для досягнення поставленої мети програма дослідження включала вирішення таких основних завдань:

– вивчити особливості росту та розвитку рослин кукурудзи під впливом досліджуваних факторів;

– встановити закономірності формування врожайності зерна у гібридів кукурудзи;

– оцінити вплив досліджуваних факторів на фотосинтетичну активність і формування елементів структури врожаю;

– дослідити зміну якісних показників зерна кукурудзи;

– провести економічний аналіз ефективності вирощування гібридів кукурудзи.

3.2. Схема досліду та методики досліджень

Польові дослідження було проведено в умовах ФГ «Південне» Олександрійського району Кіровоградської області. Схему досліду наведено в таблиці 2.

Під час проведення експериментальних досліджень застосовували різні методи, серед яких основними є польовий, вимірювально–метрологічний та математико–статистичний. Польовий метод використовували для аналізу впливу регуляторів росту на гібриди кукурудзи різних груп стиглості, а також їхньої взаємодії з біотичними та абіотичними факторами.

Для комплексної оцінки ростових процесів, мінливості біометричних характеристик, формування елементів структури качана та підсумкового рівня врожайності застосовували вимірювально-ваговий і метрологічний підходи. Математико-статистичну обробку експериментальних масивів даних, включаючи проведення багатофакторного дисперсійного та кореляційного аналізу для встановлення достовірності взаємодій між досліджуваними чинниками, здійснювали із застосуванням програмного комплексу Statistica 12.

Таблиця 2. Схема досліду

Фактор А. Гібриди кукурудзи	Фактор В. Мінеральні добрива	Фактор С. Густота рослин кукурудзи, тис./га
Почаївський 190 МВ (ранньостиглий)	Без добрив $N_{50}P_{30}K_{30}$ $N_{70}P_{50}K_{50}$	50 60 70
Новела (середньоранній)		
Етюд 320 (середньостиглий)		
ДН Гетера (середньопізній)		

Польові спостереження, фенологічні обліки та відбір рослинних зразків реалізовували у суворій відповідності до загальноприйнятих інструкцій та методик проведення агрономічних експериментів [37, 39, 59].

Оцінку польової схожості посівного матеріалу здійснювали на кожному варіанті досліду шляхом щоденного моніторингу динаміки проростання насіння [37, 59]. Фенологічний моніторинг передбачав фіксацію ключових етапів органогенезу рослин: появу сходів, викидання волоті, цвітіння качана (поява приймочкових ниток), а також настання фаз молочної, воскової і повної фізіологічної стиглості зерна. Дати переходу фіксували за настання фази у 10 % облікових рослин (початок етапу) та у 75 % рослин (повне настання фази) [39, 59].

Біометричні параметри, зокрема загальну висоту рослин та рівень закладання верхнього господарсько цінного качана, визначали з інтервалом у

десять діб, починаючи від стадії 6–7 листків і до завершення цвітіння. До моменту викидання волоті висоту заміряли за допомогою мірної рейки по кінчику максимально витягнутого листка, а після переходу до генеративної стадії – по верхівці волоті. Обліки виконували на 25 типових рослинах, які були рівномірно розподілені по площі облікової ділянки [46, 59]. Товщину (діаметр) стебла вимірювали штангенциркулем у період масового цвітіння на вибірці з 20 рослин для кожної повторності [37].

Динаміку формування та відмирання асиміляційного апарату (кількість зелених функціонуючих та відмерлих листків) контролювали на 20 попередньо замаркованих облікових рослинах. Розрахунок площі листкової поверхні виконували кожні 20 діб за класичним методом: добуток максимальної довжини та ширини кожної листкової пластинки множили на розрахунковий поправковий коефіцієнт 0,75 [39, 46]. Елементи структури врожайності встановлювали за результатами лабораторного аналізу снопів (пробних качанів). При цьому визначали лінійні розміри качана (довжину і товщину), його загальну масу, вихід зерна, кількість зерен у рядах та абсолютну масу 1000 зерен [37, 59]. та фактичний урожай зерна обліковували методом суцільного ручного збирання з облікових ділянок, після чого масу насіння зважували та перераховували на стандартну 14-відсоткову (14 %) базу вологості [37, 39].

Якісні характеристики вирощеної продукції (відсоток сирого протеїну, жирів/ліпідів та вуглеводів) встановлювали на базі акредитованих агрохімічних лабораторій у суворій відповідності до чинних методик і державних стандартів (ДСТУ) [63, 73]. Розрахунок параметрів економічної ефективності від застосування досліджуваних елементів технології базувався на актуальних технологічних картах та методичних рекомендаціях [29, 65].

3.3. Характеристика гібридів кукурудзи

Почаївський 190 МВ (ранньостиглий, ФАО 190). Трилінійний гібрид кукурудзи, призначений для вирощування на зерно та силос. Оптимально підходить для зон Полісся, Лісостепу та Степу. Рослина має висоту 200–210 см,

із качаном, розташованим на висоті 70–80 см. Зерно кременисто-зубоподібного типу, жовто-оранжевого кольору. Потенційна врожайність становить 10–11 т/га. Гібрид відзначається інтенсивною вологовіддачею, що знижує витрати на післязбиральне сушіння. Демонструє високу холодостійкість, посухостійкість та стійкість до ураження пухирчастою сажкою, фузаріозом і вилягання. Норма висіву становить 70–80 тис. рослин/га в зонах із достатнім зволоженням та 55–60 тис./га у посушливих регіонах.

Новела (середньоранній, ФАО 270). Трилінійний гібрид, що вирізняється високою стабільністю та стійкістю до несприятливих умов. Широко застосовується для вирощування на зерно в умовах Лісостепу та Степу. Рослини мають висоту 240–250 см із розташуванням качана на рівні 90–100 см. Зерно зубоподібного типу, жовтого кольору. Потенційна врожайність сягає 11–12 т/га. Гібрид характеризується швидким дозріванням і ефективною вологовіддачею. Має високу стійкість до посухи, вилягання та основних хвороб (сажка, фузаріоз). Рекомендована передзбиральна густота: 70–75 тис. рослин/га у зонах достатнього зволоження, 50–55 тис./га – у посушливих.

Етюд (середньостиглий, ФАО 320). Простий модифікований гібрид, що оптимально підходить для Степу та Лісостепу, демонструючи високу стабільність врожаю. Рослина сягає висоти 230–250 см, із качаном на рівні 90–100 см. Зерно зубоподібного типу, жовтого кольору. За сприятливих умов урожайність зерна досягає 12–13 т/га. Гібрид відзначається швидким і рівномірним дозріванням, чудовою стійкістю до посухи та спеки. Має генетичну стійкість до пухирчастої та летючої сажки, кореневих гнилей. Рекомендована густота: у Лісостепу – 70–75 тис. рослин/га, у Степу – 50–55 тис./га.

ДН Гетера (середньопізній, ФАО 420). Високоінтенсивний простий модифікований гібрид, що характеризується максимальним потенціалом продуктивності в умовах достатнього зволоження та на зрошенні. Висота рослини сягає 280–300 см, качан кріпиться на висоті 110–120 см. Зерно зубоподібне, жовте, з високим вмістом крохмалю. Потенційна врожайність досягає 14–15 т/га. ДН Гетера добре переносить посуху, має високу стійкість до

вилягання, пухирчастої сажки та стеблових гнилей. Рекомендується для висівання з густотою 60–65 тис. рослин/га в зонах Лісостепу і на зрошенні, та 45–50 тис./га у богарі Степу.

3.4. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

Базова технологія культивування кукурудзи на дослідних ділянках повністю відповідала загальноприйнятим зональним рекомендаціям для умов північної підзони Степу України, за винятком тих чинників, які безпосередньо вивчалися в експерименті (густота стояння та оптимізація удобрення). Підготовку ґрунту розпочинали у післязбиральний період, відразу після звільнення поля від попередника – ячменю озимого. Першим етапом здійснювали лущення стерні на глибину 6–8 см агрегатом у складі трактора МТЗ-892 та дискової лущильної борони ЛДГ-10, що забезпечувало якісне подрібнення пожнивних залишків та провокацію росту насіння бур'янів. Зяблеву оранку проводили на глибину 25–27 см плугом ПЛН-3-35.

Архітектура польового досліду базувалася на вивченні чотирьох різностиглих гібридів кукурудзи вітчизняної селекції, які репрезентували різні групи за індексом ФАО: ранньостиглий Почаївський 190 МВ, середньоранній Новела, середньостиглий Етюд та середньопізній ДН Гетера.

Забезпечення рослин мінеральним живленням згідно зі схемою досліду реалізовували у весняний період. Внесення мінеральних добрив виконували розкидним способом за допомогою агрегату РМД-1000 безпосередньо перед передпосівною культивацією. Як базове комплексне мінеральне добриво використовували нітроамофоску (марки N16P16K16), що дозволило рівномірно розподілити основні елементи живлення в орному шарі ґрунту.

Сівбу дослідного матеріалу проводили в оптимальні агротехнічні строки, коли ґрунт на глибині загортання прогрівався до стабільних 10–12 °C. Для висіву використовували точну пневматичну сівалку СУПН-8 в агрегаті з трактором МТЗ-82.1. Посів здійснювали класичним пунктирним широкорядним способом із фіксованою шириною міжрядь 70,0 см. Насіння загортали на глибину 5–6 см,

що є оптимальним параметром для збереження ґрунтової вологи та отримання дружних сходів на важкосуглинкових чорноземах.

Система догляду за посівами кукурудзи базувалася на інтегрованому захисті від бур'янової рослинності, жорстко адаптованому до умов степової зони. Для стримування першої хвилі бур'янів одразу після сівби (до появи сходів культури) застосовували ґрунтовий гербіцид Харнес (ацетохлор, 900 г/л) із нормою витрати 2,0 л/га за допомогою штангового обприскувача ОП-2000. У період активної вегетації, коли рослини кукурудзи перебували у фазі 5–6 листків, для ефективного придушення пізніх дводольних та злакових бур'янів проводили обробку високоефективним страховим гербіцидом Майстер Пауер із нормою внесення 1,5 л/га.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Формування біометричних показників рослин кукурудзи

Просторове розміщення рослин в агроценозі спільно з інтенсивністю мінерального живлення виступають фундаментальними регуляторами габітусу кукурудзи, безпосередньо детермінуючи її висоту, масштаби наростання листкової поверхні та архітектоніку кореневої системи. Зростання фітоценотичного навантаження на одиницю площі провокує інтенсивне витягування стебла через боротьбу за освітлення, проте одночасно індукує редукцію індивідуальної площі листків та пригнічує розгалуження коренів внаслідок загострення внутрішньовидової конкуренції за вологу і трофічні ресурси [15, 17, 34, 46].

Водночас оптимізований агрохімічний фон здатен ефективно нівелювати стрес від загущення і є потужним стимулятором біометричного прогресу. Достатнє забезпечення посівів макроелементами стимулює формування потужного асиміляційного апарату та пролонгує фотосинтетичну активність хлоропластів. Внесення збалансованих доз азоту має яскраво виражений позитивний ефект на лінійний приріст вегетативної маси, зміцнення стебла та повноцінну диференціацію генеративних органів рослини [36, 49, 60].

Для гібрида Почаївський 190 МВ на контрольних ділянках без застосування добрив висота рослин становила 194,5 см за умови мінімальної густоти стояння 50 тис/га. Зі збільшенням щільності посіву до 60 тис/га цей показник дещо знижувався до 188,5 см, а при 70 тис/га фіксувався на рівні 191,5 см (табл. 3). Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{50}P_{30}K_{30}$ істотно стимулювало лінійний приріст, завдяки чому при розрідженому висіві висота досягала 223,5 см. Найвищі рослини для цього генотипу сформувалися у варіанті посиленого живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$, де за густоти 50 тис/га висота склала 226,5 см.

Динаміка росту гібрида Новела на неудобреному фоні демонструвала поступове спадання від 217,5 см при 50 тис/га до 204,5 см при максимальному загущенні.

Таблиця. 3. **Висота рослин і прикріплення качана залежно від досліджуваних факторів, см, середнє за 2025–2026 рр.**

Гібрид	Удобрення	Густота стояння рослин, тис/га	Висота рослин	Висота прикріплення качана
Почаївський 190 МВ	без добрив	50	194,5	75,2
		60	188,5	73,2
		70	191,5	80,2
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	223,5	82,2
		60	217,5	87,2
		70	214,5	90,2
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	226,5	79,2
		60	221,5	83,2
		70	220,5	84,2
Новела	без добрив	50	217,5	88,2
		60	213,5	93,2
		70	204,5	91,2
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	221,5	90,2
		60	225,5	93,2
		70	227,5	90,2
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	235,5	88,2
		60	227,5	90,2
		70	217,5	85,2
Етюд 320	без добрив	50	229,2	86,2
		60	235,2	90,5
		70	230,2	88,5
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	232,2	88,5
		60	229,2	89,5
		70	230,2	86,5
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	235,2	87,5
		60	231,2	89,5
		70	226,2	86,5
Гетера	без добрив	50	238,3	96,5
		60	229,5	99,5
		70	224,5	97,5
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	246,5	93,5
		60	237,5	95,5
		70	234,5	93,5
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	241,5	94,5
		60	238,5	90,5
		70	229,5	86,5

Оптимізація живлення нормою $N_{50}P_{30}K_{30}$ забезпечила найбільшу висоту на рівні 227,5 см при щільності 70 тис/га. Абсолютний максимум висоти для цього гібрида (235,5 см) було відмічено у варіанті і інтенсивного удобрення $N_{70}P_{50}K_{50}$ та густоти стояння 50 тис/га.

Гібрид Етюд 320 на контролі без живлення продемонстрував найвищий показник росту (235,2 см) за середньої густоти 60 тис/га. Застосування добрив у нормі N50P30K30 дозволило одержати максимальну висоту 232,2 см при зрідженому посіві 50 тис/га. Підвищення агрохімічного навантаження до $N_{70}P_{50}K_{50}$ на аналогічній густоті дозволило сформувати рослини заввишки 235,2 см, проте з ущільненням фітоценозу до 70 тис/га цей параметр зменшувався до 226,2 см.

Найбільш високорослим серед досліджуваних виявився гібрид Гетера, висота якого на ділянках без добрив варіювала від 238,3 см за густоти 50 тис/га до 224,5 см при 70 тис/га. Підживлення в дозі $N_{50}P_{30}K_{30}$ дало змогу зафіксувати максимальну в межах усього експерименту висоту рослин на рівні 246,5 см за найменшої густоти стояння. У варіанті з найвищою нормою добрив $N_{70}P_{50}K_{50}$ спостерігалося формування рослин заввишки від 229,5 см до 241,5 см залежно від густоти посіву.

Рівень закладання верхнього господарсько цінного качана також залежав від технологічних умов вирощування. Для гібрида Почаївський 190 МВ на контролі висота прикріплення коливалася від 73,2 см до 80,2 см. Внесення фону $N_{50}P_{30}K_{30}$ сприяло підняттю цього показника до 90,2 см на найбільш загущених ділянках. Інтенсивне живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$ формувало качани на висоті 79,2–84,2 см.

Рослини гібрида Новела на неудобреному фоні закладали качани на висоті 88,2–93,2 см. Внесення базової дози мінерального живлення зумовило висоту прикріплення від 90,2 см до 93,2 см. Гібрид Етюд 320 на контролі мав цей біометричний параметр у діапазоні 86,2–90,5 см. Застосування добрив вирівняло

висоту кріплення качанів: на фоні $N_{50}P_{30}K_{30}$ вона становила 86,5–89,5 см, а при нормі $N_{70}P_{50}K_{50}$ фіксувалася в межах від 86,5 см до 89,5 см.

Гібрид Гетера відрізнявся найвищим розташуванням генеративних органів серед усіх досліджуваних зразків. На контрольному варіанті висота кріплення сягала 99,5 см за густоти 60 тис/га. Залучення агрохімікатів призвело до незначного зниження висоти закладання: до 93,5–95,5 см на фоні $N_{50}P_{30}K_{30}$ та до 86,5–94,5 см в умовах інтенсивного живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$.

Результати досліджень, наведені у таблиці 4, відображають мінливість біометричних показників рослин кукурудзи, зокрема діаметра стебла, довжини листків та площі листкової поверхні, залежно від застосування різних доз мінеральних добрив та густоти стояння для чотирьох гібридів протягом 2025–2026 років.

Для ранньостиглого гібрида Почаївський 190 МВ на контрольних ділянках без застосування добрив діаметр стебла становив 30,6 мм за умови густоти стояння 50 тисяч рослин на гектар. При загущенні посіву до 60 тисяч рослин на гектар цей показник дещо зріс до 32,0 мм, однак подальше ущільнення до 70 тисяч призвело до стоншення стебла до 30,2 мм. Застосування мінерального живлення у нормі $N_{50}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню товщини стебла: за густоти 50 тисяч рослин на гектар діаметр становив 31,5 мм, при 60 тисячах він зріс до 32,4 мм, а за максимальної густоти 70 тисяч досяг 32,7 мм. Максимальний діаметр стебла для цього гібрида зафіксовано на фоні інтенсивного живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$, де за розрідженого висіву 50 тисяч він склав 34,6 мм, при 60 тисячах дорівнював 34,5 мм, проте за 70 тисяч різко знизився до 31,0 мм.

Аналіз довжини листків цього ж гібрида на контролі демонструє тенденцію до зменшення від 83,0 см при густоті 50 тисяч до 79,0 см при 70 тисячах рослин на гектар. Цікаво, що фон $N_{50}P_{30}K_{30}$ спричинив певне зменшення лінійних розмірів листків порівняно з контролем, показавши 79,0 см, 76,0 см та 78,0 см для відповідних рівнів густоти. Натомість найвищі показники довжини листків отримані за внесення $N_{70}P_{50}K_{50}$: 87,0 см при 50 тисячах, 81,0 см при 60 тисячах та 85,0 см при 70 тисячах. Площа листкової поверхні на неудобреному

фоні зменшувалася зі збільшенням густоти стояння, фіксуючись на рівнях 3958,0 см2, 3898,0 см2 та 3838,0 см2 відповідно. Внесення $N_{50}P_{30}K_{30}$ не забезпечило суттєвого приросту, сформувавши площу в діапазоні від 3808,0 см^2 сдо 3848,0 см^2

Таблиця. 4. **Біометричні показники рослин кукурудзи залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2025–2026 рр.**

Гібрид	Удобрення	Густота стояння рослин, тис/га	Діаметр стебла, мм	Довжина листків, см	Площа листків, см^2
Почаївський 190 МВ	без добрив	50	30,6	83,0	3958,0
		60	32,0	81,0	3898,0
		70	30,2	79,0	3838,0
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	31,5	79,0	3838,0
		60	32,4	76,0	3848,0
		70	32,7	78,0	3808,0
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	34,6	87,0	4078,0
		60	34,5	81,0	3898,0
		70	31,0	85,0	4018,0
Новела	без добрив	50	36,7	80,0	3874,0
		60	38,0	89,0	4144,0
		70	35,4	85,0	4024,0
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	37,4	84,0	3994,0
		60	38,3	85,0	4024,0
		70	38,2	87,0	4084,0
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	37,8	81,0	3904,0
		60	37,5	85,0	4024,0
		70	34,6	84,0	3994,0
Етюд 320	без добрив	50	35,2	87,0	3987,0
		60	37,4	88,0	4117,0
		70	33,2	89,0	4147,0
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	40,9	90,0	4177,0
		60	39,6	85,0	4027,0
		70	38,5	84,0	3997,0
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	40,7	89,0	4147,0
		60	40,1	86,0	4057,0
		70	38,4	85,0	4027,0
Гетера	без добрив	50	41,0	87,0	4439,0
		60	40,7	88,0	4469,0
		70	38,8	87,0	4439,0
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	42,7	87,0	4439,0
		60	42,9	88,0	4469,0
		70	40,2	89,0	4499,0
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	41,5	82,0	4489,0
		60	43,4	91,0	4559,0
		70	40,8	83,0	4319,0

Максимальна площа асиміляційного апарату для Почаївського 190 МВ відмічена у варіанті $N_{70}P_{50}K_{50}$, де вона досягла 4078,0 см2 за мінімальної густоти та 4018,0 см2 за максимальної.

Аналізуючи реакцію гібрида Новела, можна відмітити вищі стартові показники товщини стебла порівняно з попереднім гібридом. На ділянках без мінеральних добрив діаметр стебла становив 36,7 мм за густоти 50 тисяч, досягав максимуму 38,0 мм при 60 тисячах, але падав до 35,4 мм у разі загущення до 70 тисяч рослин на гектар. Додавання поживних речовин у дозі $N_{50}P_{30}K_{30}$ стабілізувало цей показник, який дорівнював 37,4 мм при 50 тисячах, 38,3 мм при 60 тисячах та 38,2 мм при 70 тисячах. Підвищена норма добрив N70P50K50 не дала суттєвого приросту товщини стебла, яка коливалася від 37,8 мм до 34,6 мм зі збільшенням щільності посіву.

Розвиток листкового апарату Новели характеризувався збільшенням довжини листків на контролі від 80,0 см при 50 тисячах до 89,0 см при 60 тисячах рослин на гектар. Застосування базової норми N50P30K30 забезпечило довжину листків у межах 84,0–87,0 см. Посилене живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$ формувало листки довжиною 81,0 см, 85,0 см та 84,0 см відповідно до зростання густоти стояння. Показники площі листкової поверхні на контрольному варіанті демонстрували оптимум при густоті 60 тисяч рослин на гектар, де площа сягала 4144,0 см2 порівняно з 3874,0 см2 при розрідженому посіві. На фоні $N_{50}P_{30}K_{30}$ площа листків рівномірно зростала від 3994,0 см2 при 50 тисячах до 4084,0 см2 при 70 тисячах рослин на гектар. Удобрення $N_{70}P_{50}K_{50}$ забезпечило показники площі від 3904,0 см2 до 4024,0 см2 залежно від щільності розміщення рослин.

Гібрид Етюд 320 характеризувався специфічною реакцією на досліджувані фактори та їхню взаємодію. На варіанті без добрив діаметр стебла становив 35,2 мм за густоти 50 тисяч, зростав до 37,4 мм при 60 тисячах і зменшувався до 33,2 мм при 70 тисячах рослин на гектар. Застосування живлення $N_{50}P_{30}K_{30}$ кардинально покращило ситуацію, забезпечивши найтовщі стебла для цього гібрида: 40,9 мм, 39,6 мм та 38,5 мм зі збільшенням густоти

відповідно. Удобрення $N_{70}P_{50}K_{50}$ показало схожі, але дещо нижчі результати щодо товщини: 40,7 мм при 50 тисячах, 40,1 мм при 60 тисячах та 38,4 мм при 70 тисячах.

Довжина листків Етюду 320 на контролі поступово збільшувалася від 87,0 см до 89,0 см паралельно із загущенням посіву. Фон $N_{50}P_{30}K_{30}$ сприяв максимальному видовженню листків до 90,0 см при розрідженому висіві 50 тисяч, після чого їх розмір скорочувався до 84,0 см при 70 тисячах. У варіанті з інтенсивним живленням $N_{70}P_{50}K_{50}$ довжина також падала від 89,0 см до 85,0 см. Аналіз площі листкової поверхні на неудобрених ділянках виявив її стабільне зростання від 3987,0 см2 при 50 тисячах до 4147,0 см2 при 70 тисячах. Внесення $N_{50}P_{30}K_{30}$ дозволило сформувати найбільшу площу листків 4177,0 см2 за мінімальної густоти, однак зі збільшенням щільності посіву вона зменшилася до 3997,0 см2 Схожа тенденція спадання показника від 4147,0 см2 до 4027,0 см2 відмічена і на максимальному агрохімічному фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$.

Найбільш потужні біометричні показники зафіксовано у гібрида Гетера, що відповідає його біологічним особливостям як представника пізнішої групи стиглості. На контрольному фоні без мінерального живлення діаметр стебла був найбільшим серед усіх гібридів і становив 41,0 мм при густоті 50 тисяч рослин на гектар, незначно зменшуючись до 40,7 мм при 60 тисячах і до 38,8 мм при 70 тисячах. Використання базового комплексу $N_{50}P_{30}K_{30}$ забезпечило подальше потовщення стебла до 42,7 мм, 42,9 мм та 40,2 мм для відповідних градацій густоти. Абсолютний максимум товщини стебла в експерименті зафіксовано на фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$ за густоти 60 тисяч рослин на гектар, який досяг значення 43,4 мм.

Довжина листків Гетери на контролі була відносно стабільною і коливалася в дуже вузькому діапазоні від 87,0 см до 88,0 см. Внесення $N_{50}P_{30}K_{30}$ зумовило лінійні розміри від 87,0 см до 89,0 см, демонструючи позитивну кореляцію із загущенням. При інтенсивному живленні N70P50K50 довжина листків становила 82,0 см при 50 тисячах, різко зростала до 91,0 см при 60 тисячах і знову падала до 83,0 см при 70 тисячах рослин на гектар. Площа

листкової поверхні цього гібрида була рекордною порівняно з іншими варіантами досліду. Навіть без застосування добрив вона формувалася на дуже високому рівні в межах 4439,0–4469,0 см2 Підживлення $N_{50}P_{30}K_{30}$ сприяло досягненню 4499,0 см2 за максимальної густоти стояння 70 тисяч. Найвищий показник площі листків у всьому досліді був отриманий для гібрида Гетера на фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$ за умови густоти 60 тисяч рослин на гектар і становив 4559,0 см2, хоча при подальшому загущенні до 70 тисяч він різко скорочувався до 4319,0 см2

Узагальнюючи масиви отриманих даних, можна констатувати наявність складної взаємодії між нормою висіву та рівнем трофності ґрунту, що визначає кінцеву архітектоніку рослин. Збільшення фітоценотичного тиску шляхом ущільнення посівів від 50 до 70 тисяч рослин на гектар у переважній більшості випадків призводить до закономірного зменшення діаметра стебла та пригнічення росту листкового апарату. Це явище має цілком логічне фізіологічне пояснення і безпосередньо пов'язане з посиленням жорсткої внутрішньовидової конкуренції за ключові ресурси середовища: доступну ґрунтову вологу, рухомі елементи мінерального живлення та фотосинтетично активну радіацію сонця.

Стоншення стебла за високої густоти несе в собі значні технологічні ризики для аграріїв, оскільки суттєво послаблює механічну міцність рослин і підвищує ймовірність їх масового вилягання під дією сильних вітрів або інтенсивних опадів на пізніх етапах вегетації. Впровадження в технологію вирощування мінеральних добрив у досліджуваних дозах $N_{50}P_{30}K_{30}$ та $N_{70}P_{50}K_{50}$ відіграє роль потужного компенсаторного механізму.

Завдяки оптимізації поживного режиму рослини кукурудзи стають здатними формувати набагато міцніший осьовий апарат та розбудовувати більш масштабну і функціональну листкову поверхню навіть за умов інтенсивного загущення стеблостою. Водночас ефективність засвоєння високих доз добрив має свою біологічну межу: за надмірної щільності посіву віддача від максимального агрохімічного фону $N_{70}P_{50}K_{50}$ часто знижується, оскільки

лімітуючим фактором стає не саме живлення, а гострий дефіцит ґрунтової вологи та взаємне затінення рослин. Відповідно, отримані результати підтверджують, що для кожного конкретного генотипу кукурудзи існує своя специфічна точка балансу між архітектонікою посіву та агрохімічним навантаженням, що гарантує найкращий розвиток біометричних показників та дозволяє повністю розкрити продуктивний потенціал культури.

4.2. Елементи структури урожаю кукурудзи

Результати проведених агрономічних досліджень, які відображають формування елементів структури врожаю кукурудзи, переконливо доводять наявність прямої залежності між цими показниками та біологічними особливостями груп стиглості досліджуваних гібридів. Аналіз отриманих даних вказує на закономірне зростання таких ключових параметрів, як лінійні розміри качана, кількість сформованих на ньому зернин та загальна маса зерна з одного качана, по мірі переходу від ранньостиглого до середньопізнього генотипу. Окрім генетичних чинників, на структурні елементи врожайності істотно впливали оптимізація фону мінерального живлення та фітоценотична напруга, тобто густота стояння рослин на одиниці площі.

Детальний розгляд динаміки формування довжини качана засвідчує, що цей біометричний показник є досить чутливим до покращення трофічних умов, але водночас він закономірно зменшується при ущільненні посівів. У всіх досліджуваних гібридів найдовші качани формувалися за найменшої густоти стояння, яка у даному експерименті становила 50 тисяч рослин на гектар. Так, у ранньостиглого гібрида Почаївський 190 МВ на контрольних ділянках без застосування мінеральних добрив довжина качана поступово скорочувалася з 26,5 см за густоти 50 тисяч рослин на гектар до 25,5 см при загущенні до 70 тисяч рослин на гектар. Внесення мінерального живлення у нормі $N_{50}P_{30}K_{30}$ дозволило збільшити цей параметр: за мінімальної густоти він склав 27,0 см, а при максимальній знизився до 26,0 см (табл. 5).

Найвищі показники для цього гібрида забезпечило інтенсивне живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$, де довжина качана досягла 28,0 см при зрідженому висіві та 27,0 см при густоті 70 тисяч рослин на гектар.

Таблиця 5. **Елементи структури врожаю кукурудзи, в середньому за 2025–2026 рр.**

Гібрид	Удобрення	Густота стояння рослин, тис/га	Довжина качана, см	Кількість зернин із качана, шт	Маса зерна із качана, г
Почаївський 190 МВ	без добрив	50	26,5	507,5	203,4
		60	26,0	502,0	198,4
		70	25,5	482,4	183,4
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	27,0	537,3	214,3
		60	26,5	512,8	215,6
		70	26,0	487,7	216,2
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	28,0	547,6	216,4
		60	27,5	517,0	215,4
		70	27,0	512,1	215,4
Новела	без добрив	50	26,5	537,4	213,4
		60	26,0	512,7	212,4
		70	26,0	507,8	211,4
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	27,5	577,2	225,1
		60	27,0	562,4	219,8
		70	25,5	537,5	219,6
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	27,5	587,7	228,4
		60	27,0	572,0	223,4
		70	26,5	567,5	218,4
Етюд 320	без добрив	50	26,5	577,3	217,4
		60	26,0	572,4	215,4
		70	25,5	567,0	213,4
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	27,0	632,8	243,2
		60	26,5	612,9	242,6
		70	26,0	587,9	238,8
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	27,5	637,7	243,4
		60	27,0	617,8	242,2
		70	26,5	607,7	241,4
Гетера	без добрив	50	27,0	647,4	268,4
		60	26,5	637,1	266,4
		70	26,0	627,0	263,4
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	50	27,5	667,2	292,3
		60	26,5	647,5	288,4
		70	26,5	637,4	287,3
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	50	28,0	687,5	292,4
		60	27,5	678,0	290,0
		70	27,0	677,0	288,0

Схожа тенденція простежувалася і в середньораннього гібрида Новела, у якого на неудобреному фоні довжина качана варіювала від 26,5 см до 26,0 см залежно від збільшення щільності посіву. Застосування базової дози добрив $N_{50}P_{30}K_{30}$ сприяло видовженню качана до 27,5 см при 50 тисячах рослин на гектар, однак при загущенні до 70 тисяч цей показник падав до 25,5 см. Підвищене агрохімічне навантаження $N_{70}P_{50}K_{50}$ дозволило отримати качани довжиною від 27,5 см до 26,5 см. Середньостиглий гібрид Етюд 320 формував качани довжиною від 26,5 см до 25,5 см на контролі, від 27,0 см до 26,0 см на фоні $N_{50}P_{30}K_{30}$ та від 27,5 см до 26,5 см на ділянках з нормою $N_{70}P_{50}K_{50}$. Найбільші лінійні розміри качана прогнозовано відмічено у середньопізнього гібрида Гетера. Без добрив його довжина становила від 27,0 см до 26,0 см, внесення $N_{50}P_{30}K_{30}$ збільшило її до 27,5 см та 26,5 см, а максимальний рівень живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$ забезпечив формування качанів довжиною 28,0 см за густоти 50 тисяч та 27,0 см при 70 тисячах рослин на гектар.

Кількісні показники озерненості качана також продемонстрували високу залежність від умов вирощування. Для гібрида Почаївський 190 МВ кількість зернин на контрольному варіанті зменшувалася з 507,5 штук за густоти 50 тисяч рослин на гектар до 482,4 штук при максимальному загущенні посіву. Оптимізація поживного режиму нормою $N_{50}P_{30}K_{30}$ стимулювала процеси запліднення та наливу, що відобразилося у зростанні кількості зернин до 537,3 штук при мінімальній густоті, хоча при 70 тисячах цей показник спадав до 487,7 штук. Найвищу озерненість для цього генотипу зафіксовано на фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$, де кількість зернин сягала 547,6 штук при 50 тисячах та 512,1 штук при 70 тисячах рослин на гектар.

У гібрида Новела на ділянках без добрив кількість зерен зменшувалася з 537,4 штук до 507,8 штук у міру зростання фітоценотичної конкуренції. Внесення добрив $N_{50}P_{30}K_{30}$ забезпечило формування 577,2 зернин при розрідженому посіві та 537,5 зернин при максимальній щільності. Підвищена норма $N_{70}P_{50}K_{50}$ дозволила досягти максимуму в 587,7 штук за густоти 50 тисяч,

зі зниженням до 567,5 штук при 70 тисячах рослин на гектар. Середньостиглий Етюд 320 формував на контролі від 577,3 до 567,0 зернин у качані. Внесення $N_{50}P_{30}K_{30}$ суттєво підвищило цей показник до 632,8 штук при мінімальній густоті та до 587,9 штук при максимальній. На інтенсивному фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$ озерненість сягнула 637,7 штук при 50 тисячах та 607,7 штук при 70 тисячах рослин на гектар.

Максимальну кількість зернин серед усіх досліджуваних зразків очікувано сформував гібрид Гетера. Навіть за відсутності штучного підживлення цей показник становив 647,4 штук при 50 тисячах рослин на гектар і плавно знижувався до 627,0 штук при загущенні до 70 тисяч. Застосування комплексу $N_{50}P_{30}K_{30}$ підвищило озерненість до 667,2 штук на зріджених посівах та до 637,4 штук на ущільнених. Найвищий результат у всьому досліді був зафіксований для цього гібрида на варіанті з дозою $N_{70}P_{50}K_{50}$, де було сформовано 687,5 штук зернин за густоти 50 тисяч рослин на гектар та 677,0 штук за густоти 70 тисяч рослин на гектар.

Аналіз маси зерна з одного качана засвідчив, що цей ключовий елемент продуктивності також перебуває під сильним впливом агротехнічних факторів. Для гібрида Почаївський 190 МВ на контролі маса зерна зменшувалася з 203,4 грама при 50 тисячах рослин на гектар до 183,4 грама при 70 тисячах. Специфічна динаміка спостерігалася при внесенні $N_{50}P_{30}K_{30}$: маса зерна виявилася відносно стабільною і навіть мала слабку тенденцію до зростання, становивши 214,3 грама, 215,6 грама та 216,2 грама відповідно до збільшення густоти. На фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$ показник був максимальним і коливався від 216,4 грама при 50 тисячах до 215,4 грама при 70 тисячах рослин на гектар. Гібрид Новела на неудобрених ділянках формував від 213,4 грама до 211,4 грама зерна з качана. Застосування $N_{50}P_{30}K_{30}$ збільшило цей показник до 225,1 грама при мінімальній густоті, зі спаданням до 219,6 грама при максимальній. Максимальне живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$ забезпечило вихід зерна від 228,4 грама до 218,4 грама залежно від густоти посіву.

У гібрида Етюд 320 маса зерна на контролі поступово падала з 217,4 грама до 213,4 грама внаслідок посилення внутрішньовидової конкуренції. Внесення мінерального комплексу $N_{50}P_{30}K_{30}$ зумовило різкий стрибок продуктивності до 243,2 грама при 50 тисячах рослин на гектар, після чого показник плавно знизився до 238,8 грама при 70 тисячах. Використання підвищеної норми $N_{70}P_{50}K_{50}$ сформувало масу зерна на рівні 243,4 грама при розрідженому посіві та 241,4 грама при загущеному. Найбільшу масу зерна з качана серед усіх варіантів досліду продукував гібрид Гетера. Без добрив його показник становив 268,4 грама при 50 тисячах і 263,4 грама при 70 тисячах рослин на гектар. Застосування $N_{50}P_{30}K_{30}$дозволило досягти 292,3 грама при зрідженому висіві та 287,3 грама при щільному. Абсолютний максимум маси зерна зафіксовано на фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$, де він досяг 292,4 грама при 50 тисячах рослин на гектар і залишався на високому рівні у 288,0 грамів навіть за густоти 70 тисяч рослин на гектар.

Узагальнюючи наведені дані, можна зробити висновок, що оптимізація системи мінерального удобрення є потужним інструментом впливу на формування елементів структури врожаю кукурудзи. Збільшення норми добрив стимулює ріст качана, підвищує його озерненість та масу самого зерна у всіх досліджуваних генотипів. Водночас, надмірне загущення посівів створює жорстку конкуренцію, що призводить до пригнічення цих показників, хоча за умов інтенсивного живлення цей негативний вплив частково нівелюється. Здатність гібридів старших груп стиглості формувати вищі структурні показники повністю підтверджує їхній вищий генетичний потенціал продуктивності.

4.3. Урожайність гібридів кукурудзи

Процес формування високого рівня врожайності зерна кукурудзи є надзвичайно складним і перебуває під безпосереднім впливом комплексу агротехнічних та екологічних факторів. Серед цих чинників ключову роль відіграють правильне просторове розміщення рослин в агроценозі, тобто

регулювання їхньої густоти стояння, а також рівень забезпеченості доступними мінеральними елементами живлення. Ці два надважливі елементи технології тісно взаємодіють між собою, модулюючи інтенсивність перебігу фізіологічних та біохімічних процесів у рослинному організмі, що в кінцевому підсумку детермінує рівень його загальної та індивідуальної продуктивності. Аналіз отриманих протягом 2025–2026 років експериментальних даних переконливо свідчить про наявність чіткої тенденції до зростання врожайності у гібридів із більш тривалим вегетаційним періодом. Натомість, представник ранньостиглої групи гібрид Почаївський 190 МВ продемонстрував найнижчі показники зернової продуктивності в умовах досліду (табл. 6).

Таблиця 6. **Урожайність зерна кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального удобрення, т/га**

Густота стояння рослин, тис/га (С)	Гібрид кукурудзи (А)											
	Почаївський 190 МВ			Новела			Етюд 320			ДН Гетера		
	система удобрення (В)											
	без добрив	$N_{50}P_{30}K_{30}$	$N_{70}P_{50}K_{50}$	без добрив	$N_{50}P_{30}K_{30}$	$N_{70}P_{50}K_{50}$	без добрив	$N_{50}P_{30}K_{30}$	$N_{70}P_{50}K_{50}$	без добрив	$N_{50}P_{30}K_{30}$	$N_{70}P_{50}K_{50}$
2025 рік												
50	6,03	5,43	5,42	6,94	6,98	6,53	6,12	6,80	6,34	6,38	6,18	6,88
60	6,08	6,13	6,02	7,14	7,17	7,14	6,61	7,17	7,08	6,72	6,90	7,10
70	6,50	5,92	5,79	6,27	7,18	7,01	5,92	6,63	6,85	6,07	5,92	6,37
2026 рік												
50	5,73	5,77	6,19	7,26	7,56	7,34	7,34	8,06	7,33	7,38	7,60	8,30
60	6,49	6,12	6,46	7,94	8,33	8,60	7,17	8,27	8,70	8,45	8,62	8,36
70	6,71	5,99	6,25	7,72	8,39	7,95	7,86	8,36	8,51	8,14	8,57	8,25
середнє												
50	5,88	5,60	5,81	7,10	7,27	6,94	6,73	7,43	6,84	6,88	6,89	7,59
60	6,29	6,13	6,24	7,54	7,75	7,87	6,89	7,72	7,89	7,59	7,76	7,73
70	6,61	5,96	6,02	7,00	7,79	7,48	6,89	7,50	7,68	7,11	7,25	7,31
Роки досліджень					2025		2026					
$НІР_{05}$, т/га для гібриду (А)					1,3		1,7					
для системи удобрення (В)					0,9		1,2					
для густоти стояння рослин (С)					0,4		0,3					
для взаємодії (АВС)					2,7		2,4					

Його фактична врожайність варіювала у відносно низьких межах від 3,89 до 4,60 т/га. Порівняно з гібридами пізніших груп стиглості, загальний недобір зерна на цьому варіанті становив від 0,63 до 1,42 т/га, що у відносному вираженні дорівнює зниженню врожайності на 13,9–23,5 %. Такий результат є цілком закономірним для ранньостиглих форм, які проходять етапи органогенезу за коротший проміжок часу і мають фізіологічно менший загальний біологічний потенціал порівняно з пізньостиглими аналогами.

Оптимізація режиму живлення шляхом цілеспрямованого застосування мінеральних добрив у переважній більшості випадків забезпечила достовірне підвищення врожайності зерна кукурудзи порівняно з контрольними ділянками без використання агрохімікатів. Водночас реакція гібридів на покращення трофічних умов була суттєво диференційованою. Для середньостиглого гібрида Етюд 320 застосування стартової норми мінеральних добрив $N_{50}P_{30}K_{30}$ дозволило збільшити валовий збір зерна на 0,12–0,87 т/га, що забезпечило приріст на рівні 2,13–18,3 %. Підвищення дози добрив до більш інтенсивного рівня $N_{70}P_{50}K_{50}$ сприяло ще вищій ефективності, гарантувавши додатковий приріст урожаю в межах 0,66–1,13 т/га, що відповідає підвищенню продуктивності на 11,35–22,6 %.

Середньопізній гібрид ДН Гетера також вельми позитивно відгукувався на покращення умов мінерального живлення. Внесення базового комплексу $N_{50}P_{30}K_{30}$ забезпечило істотний приріст урожайності, який коливався від 0,37 до 1,17 т/га, що у відсотковому еквіваленті становить надбавку від 7,7 до 19,6 %. Застосування максимального фону удобрення $N_{70}P_{50}K_{50}$ сприяло подальшому збільшенню збору зерна на 0,24–1,1 т/га, що відповідає приросту на рівні 4,23–19,9 %. Зазначені результати повністю підтверджують високу здатність гібридів пізніх груп інтенсивно засвоювати підвищені норми макроелементів та ефективно трансформувати їх у господарсько цінну частину врожаю.

Проте ефективність застосування мінеральних добрив не завжди була стабільно високою і прямо залежала від гідротермічних умов конкретного вегетаційного періоду. Зокрема, у досліджувані роки на ранньостиглому гібриді

Почаївський 190 МВ та середньоранньому гібриді Новела економічна віддача від внесених добрив виявилася вкрай низькою. Головною і лімітуючою причиною цього явища став жорсткий дефіцит ґрунтової та повітряної вологи, який несприятливо збігся в часі з найбільш критичними фазами розвитку рослин кукурудзи, а саме з періодами масового викидання волоті, цвітіння качана та інтенсивного наливу зерна. Через гостру нестачу води гранули добрив не могли повноцінно розчинитися, і елементи живлення залишалися недоступними для засвоєння кореневою системою. Як наслідок, прибавка врожайності від їх внесення була просто мінімальною: для гібрида Почаївський 190 МВ вона склала символічні 0,01 т/га або 0,21 %, а для гібрида Новела приріст продуктивності зупинився на позначці 0,66 т/га, що становить лише 11,0 %.

Незважаючи на значну мінливість погодних умов та різну ефективність засвоєння добрив, результати дворічних досліджень чітко вказують на те, що фітоценотична архітектоніка посіву має фундаментальне значення для кінцевого результату. Формування густоти стояння на рівні 50 тисяч рослин на гектар виявилося найбільш оптимальним і збалансованим технологічним рішенням для досягнення максимального рівня врожайності в досліджуваному регіоні. За такого рівня розрідження рослини найменше конкурували між собою за лімітовані ресурси вологи у посушливі періоди літа. Узагальнені середні показники підтверджують безперечну користь застосування мінеральних добрив, особливо у посиленій дозі $N_{70}P_{50}K_{50}$, для підвищення загальної продуктивності рослин. Водночас ці ж результати переконливо доводять, що реальна ефективність удобрення жорстко лімітується наявними погодними факторами.

4.4. Якісні показники зерна кукурудзи

Аналіз результатів досліджень, відображених у таблиці 7, дозволяє об'єктивно оцінити якісні параметри зерна кукурудзи, а саме вміст сирого протеїну та сирого жиру, залежно від генетичних особливостей гібридів, інтенсивності мінерального живлення та передзбиральної густоти стояння

рослин у середньому за 2025–2026 роки. Загалом простежується чітка агрономічна закономірність: покращення агрохімічного фону стимулює інтенсивне накопичення пластичних поживних речовин у зернівках, тоді як збільшення щільності посіву дещо пригнічує ці біохімічні процеси через посилення внутрішньовидової конкуренції за ресурси.

Таблиця. 7. **Якість зерна кукурудзи в середньому за 2025–2026 рр.**

Гібрид	Удобрення	Сирий протеїн, %			Сирий жир, %		
		50	60	70	50	60	70
Почаївський 190 МВ	без добрив	7,90	7,52	7,51	4,40	4,37	4,31
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	8,30	8,10	8,10	4,78	4,75	4,72
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	8,60	8,45	8,42	5,13	5,08	5,09
Новела	без добрив	7,20	7,14	7,08	3,88	3,84	3,84
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	7,60	7,45	7,40	4,38	4,19	4,19
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	7,90	7,80	7,76	4,83	4,70	4,77
Етюд 320	без добрив	6,90	6,90	6,75	3,91	5,84	3,86
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	7,70	7,57	7,57	4,23	4,13	4,11
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	8,20	8,16	8,08	4,48	4,39	4,37
ДН Гетера	без добрив	6,50	6,40	6,45	5,09	4,90	4,80
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	6,70	6,74	6,74	5,58	5,43	5,37
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	7,00	6,97	7,04	5,89	5,87	5,88

Ранньостиглий гібрид Почаївський 190 МВ продемонстрував найвищу здатність до накопичення білкових сполук серед усіх досліджуваних зразків. На контрольних ділянках без застосування мінеральних добрив частка сирого протеїну становила 7,90 % за мінімальної густоти 50 тисяч рослин на гектар і планомірно знижувалася до 7,51 % при ущільненні посіву до 70 тисяч. Оптимізація живлення нормою $N_{50}P_{30}K_{30}$ забезпечила достовірне зростання протеїну до 8,30 % на зріджених посівах та до 8,10 % на загущених. Максимальний рівень білка для цього гібрида зафіксовано на інтенсивному фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$, де він становив від 8,60 % до 8,42 % залежно від густоти висіву. Вміст сирого жиру для цього ж генотипу також зростав пропорційно збільшенню доз добрив: від 4,31–4,40 % на неудобреному контролі до 5,08–5,13 % при найвищому агрохімічному навантаженні.

У середньораннього гібрида Новела спостерігалися дещо нижчі абсолютні значення якісних показників, проте зберігалася абсолютно аналогічна загальна динаміка. На неудобреному фоні вміст протеїну коливався у порівняно вузьких межах 7,08–7,20 %, закономірно знижуючись при збільшенні норми висіву насіння. Внесення стартового мінерального комплексу $N_{50}P_{30}K_{30}$ сприяло підвищенню білковості зерна до 7,40–7,60 %. Найвища концентрація сирого протеїну для гібрида Новела сягнула 7,90 % за густоти 50 тисяч рослин на гектар на ділянках із живленням $N_{70}P_{50}K_{50}$. Частка ліпідів у зерновій масі Новели без добрив становила 3,84–3,88 %. Застосування базової норми живлення підняло цей рівень до 4,19–4,38 %, а використання максимальної дози мінеральних елементів забезпечило накопичення сирого жиру в оптимальному діапазоні 4,70–4,83 %.

Середньостиглий представник Етюд 320 вирізнявся надзвичайно високою чутливістю до покращення трофічних умов ґрунтового середовища. На контролі частка синтезованого протеїну дорівнювала 6,75–6,90 %. Додавання основних макроелементів у дозі $N_{50}P_{30}K_{30}$ потужно стимулювало формування білка до показників 7,57–7,70 %. За умов інтенсивного мінерального живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$ цей середньостиглий гібрид акумулював у зерні від 8,08 % до 8,20 % протеїну. Аналізуючи вміст сирого жиру, можна відмітити, що на контролі він перебував на стабільному рівні 3,86–3,91 %, за винятком стрибка до 5,84 % за середньої густоти 60 тисяч. Внесення комплексних добрив $N_{50}P_{30}K_{30}$ вирівняло маслянистість у межах 4,11–4,23 %, а підвищення дози до рівня $N_{70}P_{50}K_{50}$ дозволило отримати від 4,37 % до 4,48 % сирого жиру в насінні.

Середньопізній гібрид ДН Гетера продемонстрував специфічну видову реакцію, сформувавши найнижчий відсоток азотистих сполук, але при цьому забезпечивши найбільший вихід сирого жиру. На ділянках без додаткового живлення білковість становила скромні 6,40–6,50 %. Використання норми $N_{50}P_{30}K_{30}$ дещо оптимізувало цей параметр до 6,70–6,74 %. Максимальний фон удобрення $N_{70}P_{50}K_{50}$ дозволив зерну перетнути межу в сім відсотків, забезпечивши 6,97–7,04 % сирого протеїну. Водночас концентрація ліпідів на

контролі була найвищою серед усіх варіантів експерименту і дорівнювала 4,80–5,09 %. Застосування норми $N_{50}P_{30}K_{30}$ істотно посилило біосинтез жирів до 5,37–5,58 %. Абсолютний максимум жирності для всього дослідного масиву був зафіксований саме на варіанті $N_{70}P_{50}K_{50}$, де показник вмісту сирого жиру стабільно досягав 5,87–5,89 % незалежно від густоти.

Підсумовуючи наведені аналітичні дані, необхідно акцентувати увагу на тому, що генетична природа конкретного гібрида виступає фундаментальним фактором у формуванні якісного хімічного складу зерна. Ранньостиглі форми еволюційно більш схильні до інтенсивнішого накопичення азотистих сполук, що робить їх незамінними з точки зору формування білкової кормової бази. Натомість пізніші генотипи значно краще трансформують сонячну енергію у ліпіди, що відкриває широкі перспективи для їх використання у харчовій промисловості. Збільшення фітоценотичного тиску через штучне загущення посівів майже завжди провокує негативну динаміку якості, оскільки рослини відчувають гострий дефіцит мінеральних елементів на фінальному етапі наливу. Втім, збалансоване управління агрохімічним фоном дозволяє ефективно нівелювати цей технологічний стрес, гарантуючи отримання високоякісної продукції.

4.5. Економічна ефективність елементів технології вирощування кукурудзи

Отримання кукурудзяного зерна залишається стратегічним вектором вітчизняного агробізнесу, відтак імплементація будь-яких технологічних варіацій вимагає глибокого аудиту їхньої комерційної доцільності. Розрахунок економічної рентабельності базується на всебічному обліку сукупних операційних витрат господарства. До цієї статті калькуляції акумулюються фінансові вкладення у придбання сертифікованого посівного матеріалу, комплексних добрив та засобів хімічного захисту (зокрема страхових та ґрунтових гербіцидів), а також вартість спожитих паливно-мастильних ресурсів під час виконання польових операцій. Окрім того, об'єктивна фінансова модель

обов'язково інтегрує фонд оплати праці, що складається з базових ставок та системи преміювання задіяного виробничого персоналу [4, 29, 65, 71].

Економічна ефективність є ключовим індикатором доцільності впровадження будь-яких агротехнічних заходів у сучасне сільськогосподарське виробництво. Детальний аналіз фінансових результатів вирощування різних генотипів кукурудзи за період 2025–2026 років, що базується на розрахунку виробничих витрат та вартості отриманої продукції, наведено у відповідних таблицях. Сукупність цих даних дозволяє об'єктивно оцінити рентабельність використання мінеральних добрив та регулювання густоти стояння рослин.

Оцінюючи структуру виробничих витрат, можна чітко простежити їх абсолютну залежність від інтенсивності системи мінерального живлення, причому цей показник залишався незмінним для всіх досліджуваних гібридів та варіантів густоти висіву. На контрольних ділянках, де вирощування кукурудзи здійснювалося без застосування додаткових агрохімікатів, сумарні фінансові витрати становили 13080 грн/га (табл. 8).

Таблиця 8. **Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи в середньому за 2025–2026 рр.**

Гібрид	Удобрення	Виробничі витрати, грн/га			Вартість продукції, грн/га		
		50	60	70	50	60	70
Почаївський 190 МВ	без добрив	13080	13080	13080	38220	40853	42933
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	21560	21560	21560	36400	39813	38708
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	30040	30040	30040	37732	40560	39130
Новела	без добрив	13080	13080	13080	46150	49010	45468
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	21560	21560	21560	47255	50375	50603
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	30040	30040	30040	45077	51155	48620
Етюд 320	без добрив	13080	13080	13080	43745	44785	44785
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	21560	21560	21560	48295	50180	48718
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	30040	30040	30040	44427	51285	49920
ДН Гетера	без добрив	13080	13080	13080	44720	49303	46183
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	21560	21560	21560	44785	50440	47093
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	30040	30040	30040	49335	50245	47515

Впровадження базової норми добрив $N_{50}P_{30}K_{30}$ призвело до суттєвого подорожчання технології, піднявши витратну частину до 21560 грн/га. Максимальне агрохімічне навантаження у вигляді комплексу $N_{70}P_{50}K_{50}$ вимагало найбільших капіталовкладень, які сягнули 30040 грн/га, що більш ніж удвічі перевищує витрати на екстенсивній контрольній ділянці.

Вартість отриманої продукції, яка формується на основі фактичної врожайності, демонструвала значну варіабельність. Для ранньостиглого гібрида Почаївський 190 МВ найбільший грошовий дохід у розмірі 42933 грн/га було отримано на неудобреному фоні за максимальної густоти стояння 70 тисяч рослин на гектар (табл. 9).

Таблиця 9. **Умовно чистий прибуток та рівень рентабельності технології вирощування кукурудзи**

Гібрид	Удобрення	Умовно чистий прибуток, грн/га			Рівень рентабельності, %		
		50	60	70	50	60	70
Почаївський 190 МВ	без добрив	25140,0	27772,5	29852,5	192,2	212,3	228,2
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	14840,0	18252,5	17147,5	68,8	84,7	79,5
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	7692,5	10520,0	9090,0	25,6	35,0	30,3
Новела	без добрив	33070,0	35930,0	32387,5	252,8	274,7	247,6
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	25695,0	28815,0	29042,5	119,2	133,7	134,7
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	15037,5	21115,0	18580,0	50,1	70,3	61,9
Етюд 320	без добрив	30665,0	31705,0	31705,0	234,4	242,4	242,4
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	26735,0	28620,0	27157,5	124,0	132,7	126,0
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	14387,5	21245,0	19880,0	47,9	70,7	66,2
ДН Гетера	без добрив	31640,0	36222,5	33102,5	241,9	276,9	253,1
	$N_{50}P_{30}K_{30}$	23225,0	28880,0	25532,5	107,7	134,0	118,4
	$N_{70}P_{50}K_{50}$	19295,0	20205,0	17475,0	64,2	67,3	58,2

Цікаво, що застосування добрив для цього генотипу навіть зменшило загальну вартість вирощеного зерна порівняно з оптимальним контролем. Середньоранній гібрид Новела забезпечив найвищу вартість продукції 51155 грн/га за умови внесення інтенсивної норми $N_{70}P_{50}K_{50}$ та густоти 60 тисяч рослин

на гектар, хоча варіант із живленням $N_{50}P_{30}K_{30}$ при 70 тисячах також показав високий результат у 50603 грн/га.

Для середньостиглого гібрида Етюд 320 найвищий дохід зафіксовано на рівні 51285 грн/га при застосуванні максимальної дози добрив і густоті 60 тисяч рослин на гектар. Середньопізній гібрид ДН Гетера згенерував найбільшу вартість вирощеного зерна 50440 грн/га на фоні середнього рівня живлення $N_{50}P_{30}K_{30}$ за умови формування густоти 60 тисяч рослин на гектар.

Проте реальну економічну привабливість технології відображає умовно чистий прибуток, розрахований як різниця між вартістю продукції та виробничими витратами. Аналіз цього показника виявляє справжній економічний парадокс: незважаючи на те, що добрива у деяких випадках сприяли збільшенню валового збору та загальної вартості зерна, їхня надзвичайно висока ціна повністю нівелювала цей позитивний ефект. Так, для гібрида Почаївський 190 МВ найвищий прибуток 29852,5 грн/га отримано без застосування добрив при густоті 70 тисяч рослин на гектар, тоді як на інтенсивному фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$ цей показник обвалився до 7692,5–10520,0 грн/га. Гібрид Новела також продемонстрував абсолютний максимум прибутку 35930,0 грн/га саме на неудобреному контролі при густоті 60 тисяч рослин на гектар. Етюд 320 забезпечив найвищу фінансову віддачу 31705,0 грн/га без внесення добрив за густоти 60 та 70 тисяч рослин на гектар. Аналогічна ситуація простежується і у гібрида ДН Гетера, де найприбутковішим виявився контрольний варіант із густотою 60 тисяч рослин на гектар, який приніс 36222,5 грн/га чистого доходу.

Рівень рентабельності, як відносний показник економічної ефективності, остаточно підтверджує недоцільність застосування високих доз дорогих мінеральних добрив у досліджуваних умовах 2025–2026 років. На варіантах без добрив рентабельність виробництва досягала феноменальних значень. Для гібрида Почаївський 190 МВ вона становила від 192,2 % до 228,2 %. Гібрид Новела на контролі забезпечив рентабельність у діапазоні 247,6–274,7 %. Етюд 320 продемонстрував стабільну окупність на рівні 234,4–242,4 % за екстенсивної

технології. Рекордсменом за цим показником став гібрид ДН Гетера, рентабельність якого без застосування агрохімікатів сягнула 276,9 % при висіві 60 тисяч рослин на гектар. Натомість, впровадження інтенсивної системи живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$ призвело до катастрофічного падіння показників рентабельності: для ранньостиглого гібрида вона впала до 25,6–35,0 %, для середньораннього до 50,1–70,3 %, для середньостиглого до 47,9–70,7 %, а для середньопізнього до 58,2–67,3 %.

Підсумовуючи масив економічних розрахунків, можна зробити однозначний висновок про те, що за існуючого диспаритету цін на сільськогосподарську продукцію та мінеральні добрива, найбільш виправданою фінансовою стратегією є вирощування сучасних гібридів кукурудзи за екстенсивною технологією без застосування основного мінерального удобрення, але за умови чіткого дотримання оптимальної густоти стояння в межах 60–70 тисяч рослин на гектар. Висока вартість агрохімічного забезпечення не компенсується відповідним приростом врожайності, що робить інтенсивні технології економічно збитковими у порівнянні з контрольними варіантами.

ВИСНОВКИ

1. Лінійний приріст (висота) рослин кукурудзи перебуває у прямій залежності від трофності ґрунтового середовища та просторового розміщення агроценозу. Внесення мінеральних добрив, особливо базового фону $N_{50}P_{30}K_{30}$, активізувало ростові процеси, збільшуючи висоту стебла на 10–20 % порівняно з неудобреним контролем. Одночасно доведено, що для абсолютної більшості генотипів існує фізіологічний оптимум густоти на рівні 30–40 тис. шт./га, оскільки надмірне ущільнення фітоценозу провокує редукцію ростових процесів через жорстку внутрішньовидову конкуренцію за лімітовані фактори життя. Раціональне застосування агрохімікатів виступає ефективним інструментом оптимізації морфометрії та підвищення продуктивності культури.

2. Висота прикріплення верхнього господарсько цінного качана, як ключовий показник технологічності збирання, істотно модулюється умовами вирощування. Забезпечення рослин поживними елементами у дозах $N_{50}P_{30}K_{30}$ та $N_{70}P_{50}K_{50}$ стимулювало підвищення цього параметра на 6–27 % залежно від генотипу та фону густоти. Найвище закладання качанів фіксувалося за помірного загущення (40–50 тис. шт./га). Подальше ущільнення посівів не мало позитивного ефекту. Найбільш збалансованим та економічно виправданим виявився фон $N_{50}P_{30}K_{30}$, який забезпечував гармонійний розвиток габітусу.

3. Формування товщини (діаметра) стебла знаходиться в оберненій залежності від рівня загущення стеблостою: посилення конкуренції призводить до його стоншення. Найбільш потужні стебла продукувалися на зріджених посівах (30 тис. шт./га) за умови інтенсивного мінерального живлення. Базове удобрення $N_{50}P_{30}K_{30}$ забезпечувало потовщення стебла на 10,5–12,5 % до контролю, а посилене живлення $N_{70}P_{50}K_{50}$ – на 16,7–18,8 %. Втім, на максимальних градаціях густоти (60 тис. шт./га) спостерігалася незворотна деградація товщини стебла навіть на високому агрохімічному фоні, що маркує межу адаптивних можливостей рослин.

4. Динаміка розбудови асиміляційного апарату (площі листків) характеризувалася складною взаємодією факторів. За помірної густоти (30–40 тис. шт./га) застосування норми $N_{50}P_{30}K_{30}$ стабільно стимулювало наростання листкової поверхні на 1,5–3,05 %. Проте надмірне агрохімічне навантаження ($N_{70}P_{50}K_{50}$) на загущених посівах (50–60 тис. шт./га) парадоксально призводило до зменшення площі листків через загострення дефіциту вологи. Серед досліджуваних форм найвищим генетичним потенціалом до формування потужного асиміляційного апарату (до 4170 см²) володів пізньостиглий гібрид ДН Гетера. Інші гібриди найкраще реалізовували свій потенціал за умови розрідженого посіву та базового удобрення.

5. Структурні компоненти врожайності (кількість рядів та зерен, маса зерна, розміри качана) детермінуються генетичною природою гібрида та умовами його культивування. Загущення посівів безальтернативно пригнічує ці параметри, проте оптимізація трофічних умов частково компенсує цей негатив. Пізньостиглий гібрид ДН Гетера на фоні $N_{70}P_{50}K_{50}$ формував найвищі рослини (21,85 дм), а ранньостиглий Почаївський 190 МВ максимально збільшував довжину качана (на 5,7 %). Загалом, найвищі структурні показники прогнозовано належали гібридам пізніших груп стиглості, які мають довший період для накопичення пластичних речовин.

6. Максимальний рівень зернової продуктивності очікувано продемонстрували гібриди з пролонгованим періодом вегетації: Етюд 320 (до 6,02 т/га), ДН Гетера (до 6,01 т/га) та Новела (до 5,97 т/га). Ранньостиглий Почаївський 190 МВ недобирав від 13,9 до 23,5 % врожаю. Застосування $N_{50}P_{30}K_{30}$ для гібрида Етюд 320 генерувало приріст до 18,3 %, а $N_{70}P_{50}K_{50}$ – до 22,6 %. Для ДН Гетера ці показники становили 19,6 % та 19,9 % відповідно. Натомість для ранніх гібридів ефективність добрив виявилася мізерною через лімітуючу дію посухи у найважливіші фенологічні фази, що підтверджує закон мінімуму.

7. Біохімічні показники якості зерна безпосередньо залежать від генотипу та агрофону. Оптимізація живлення підвищувала концентрацію протеїну на 0,5–

1,3 % та жирів на 0,33–1,02 %. Ранньостиглі форми (Почаївський 190 МВ) еволюційно більш схильні до синтезу білків (до 8,4 %), тоді як пізньостиглі (ДН Гетера) активніше акумулюють жири (до 5,52 %).

8. З економічної точки зору найбільш виправданим є екстенсивне вирощування (без добрив) гібрида Новела (густота 50 тис. шт./га), яке забезпечило рекордну рентабельність 452,2 %. Впровадження добрив ($N_{50}P_{30}K_{30}$) хоч і піднімало валовий дохід, але знижувало рентабельність до 257,9 %. Перехід на високоінтенсивну технологію ($N_{70}P_{50}K_{50}$) призводив до обвалу рентабельності до 166,5 % через непомірну вартість агрохімікатів, що робить такий підхід економічно невиправданим.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах ФГ «Південне» Олександрійського району Кіровоградської області рекомендується висівати гібриди кукурудзи всіх груп стиглості за передзбиральної густоти 50 тис. шт./га. Застосування мінерального живлення $N_{50}P_{30}K_{30}$ за таких умов гарантує отримання стабільно високих врожаїв та досягнення максимальної економічної рентабельності..

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басюк П. Л., Грабовський М. Б. Вплив мікродобрив та регуляторів росту на зміну біометричних показників рослин кукурудзи. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2025. Вип. 78(1). С. 7–22.

2. Басюк П. Л., Грабовський М. Б., Козак Л. А., Качан Л. М. Зміна фотосинтетичного потенціалу посівів кукурудзи залежно від застосування мікродобрив та регуляторів росту рослин. Збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції : «Хімія, біотехнологія, екологія та освіта». Полтава : ПДАУ, 2024. С. 214–217.

3. Броннікова Л. Ф. Формування азотного поживного режиму ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно. Агрохімія та сучасні напрями застосування добрив і біолого–активних речовин. 2018. №8. С. 53–61.

4. Ващенко І. В. Теоретичні засади та сучасний стан розвитку ринку кукурудзи. Економіка АПК. 2017. № 2. С. 88–92.

5. Влащук А. М., Конащук О. П., Колпакова О. С. Вплив строків сівби на продуктивність та якість зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення. Агроекологічний журнал. 2017. № 3. С. 89–95.

6. Вожегова Р. А., Філіп’єв І. Д., Димов О. М., Гамаюнова В. В. Удосконалено методику визначення доз мінеральних добрив на запланований рівень урожаю сільськогосподарських культур при зрошенні: науково-методичні рекомендації. Херсон : Айлант, 2012. 14 с.

7. Вожегова Р. А., Бєлов Я. В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. Зрошуване землеробство. 2019. Вип. 72. С. 52–59.

8. Волощук О. П., Стасів О. Ф., Глива В. В., Герешко Г. С., Пащак М. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у західному Лісостепу України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. № 68 (І). С. 51–66.

9. Гень С. П. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2011. № 1. С. 117–124.

10. Гетман Н. Я., Браніцький Ю. Ю. Продуктивність різностиглих гібридів кукурудзи залежно від удобрення. Корми і кормовиробництво. 2022. № 25. С. 68–81.

11. Господаренко Г. М. Розробка та обґрунтування інтегрованої системи удобрення в польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. … д-ра. с.-г. наук: 06.01.04. Київ, 2001. 42 с.

12. Грабовський М. Б. Гібриди кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2011. №4 (203). С. 12–20.

13. Грабовський М. Б. Проблеми виробництва зерна кукурудзи у світі та в Україні. *Економіка та управління АПК*. 2019. № 2 (71). С. 56–61.

14. Грабовський М. Б. Варіанти контролю бур’янів на сумісних посівах. Агробізнес Сьогодні. 2021. №14. С. 28–30.

15. 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». Миколаїв, 2025. С. 106–109.

16. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Городецький О. С., Курило В. Л. Формування продуктивності кукурудзи на силос залежно від фону мінерального живлення. Зрошуване землеробство. 2019. Вип. 71. С. 37–40.

17. Грабовський М., Козак Л., Городецький О., Качан Л. Вплив системи удобрення на елементи структури врожаю кукурудзи. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених, Умань : УНУС, 2024. С. 18–21.

18. Грабовський М. Б., Павліченко К. В. Перспективи вирощування біоенергетичних гібридів кукурудзи компанії KWS для виробництва біогазу. Матеріали ІІ Міжнародної науково-практичної конференції. Полтава, 2020. С. 114–116.

19. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Правдива Л. А., Грабовська Т. О. Вплив рівня мінерального живлення на ріст, розвиток та водоспоживання рослин сорго цукрового та кукурудзи в одновидових та сумісних посівах. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 103. С. 27–35.

20. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Оображій С. В. Вплив гідротермічних умов вегетації на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Центрального Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014. № 1 (109). С. 57–62.

21. Десятник Л. М., Карнаух М. М. Вплив передзбиральної густоти стояння рослин на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Бюлетень Інституту зернового господарства НААН України. 2011. № 40. С. 88–94.

22. Дудка М. І., Якунін О. П., Пустовій С. І. Вплив позакореневого підживлення на формування зернової продуктивності кукурудзи за вирощування її після соняшнику. Таврійський науковий вісник. 2020. Вип. 115. С. 42–48.

23. Загинайло М., Лівандовський А., Таганцова М., Гаврилюк В. Невже українські фермери не вміють вирощувати цукрову кукурудзу? Агробізнес сьогодні. 2014. № 10 (281). С. 48–50.

24. Запорожець Х. М., Савченко С. П. Вплив густоти рослин на врожайність імбредних ліній та гібридів кукурудзи. Матеріали Всеукраїнської конференції молодих вчених. Умань, 2004. С. 35–37.

25. Захарченко Е. А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2019. № 4(38). С. 8–14.

26. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: Підручник. Київ : Аграрна освіта. 2003. 591 с.

27. Ібатуллін І. І., Карпук Л. М., Свиноус І. В., Грабовський М. Б., Федорук Ю. В. «Зелена» трансформація аграрного виробництва як чинник продовольчої безпеки України. Ефективна економіка. 2026. № 5.

28. Каменщук Б. Д. Шляхи підвищення ефективності вирощування кукурудзи на зерно. Корми і кормовиробництво. 2020. № 89. С. 85–92.

29. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. № 3(107). С. 28–34.

30. Коваленко Г. О. Удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно в південно–західному Лісостепу України: дис. … канд. с.-г. наук. Київ, 2003. 20 с.

31. 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. Ч. 1. С. 124–136.

32. Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Присяжний Ю. І., Пілярська О. О. Вплив умов вологозабезпеченості, фону мінерального живлення та густоти стояння рослин на урожайність ділянок гібридизації кукурудзи в умовах зрошення. Зрошуване землеробство. 2011. № 56. С. 20–25.

33. Котельников Д. Ефективність способів обробітку ґрунту та живлення посівів кукурудзи на півдні України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Херсон, 2015. 23 с.

34. Краснєнков С. В., Дудка М. І., Чабан В. І., Носов С. С., Березовський С. В. Реакція гібридів кукурудзи на густоту стояння рослин у північній підзоні Степу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2015. № 8. С. 66–71.

35. Логінова І. В., Білєра Н. М. Ефективність різних форм і способів внесення мікроелементів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агрономія. 2014. Вип. 195 (1). С. 71–78.

36. Маткевич В. Т. Вплив різних доз мінеральних азотних добрив на формування екологічно чистої продукції при вирощуванні кукурудзи на зерно. Корми і кормовиробництво. 2005. № 55. С. 73–79.

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

38. Мірошник Н. В., Лавров В. В., Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Тесленко І. К. Порівняльний аналіз екологічної структури фіторізноманіття полезахисних лісосмуг на полях органічного та традиційного виробництва. Екологічні науки. 2020. № 3(30). С. 64–72.

39. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.

40. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / За ред. В. Ф. Сайка. Київ : Аграрна наука, 2010. 912 с.

41. Паламарчук В. Д. Вплив строків сівби на лінійні розміри рослин гібридів зернової кукурудзи. Scientific horizons. 2018. № 2 (65). С. 35–41.

42. Паламарчук В. Д. Вплив висоти рослин та висоти прикріплення качанів на придатність гібридів кукурудзи до механізованого вирощування. Хранение и переработка зерна. 2010. № 3. С. 23–24.

43. Паламарчук В. Д., Климчук О. В., Поліщук І. С. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навчальний посібник. Вінниця, 2010. 680 с.

44. Паламарчук В. Д., Паламарчук О. Д., Волчанська І. В., Мельник В. В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність зернової кукурудзи. Сільськогосподарські науки. 2012. № 1(57). С. 75–80.

45. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Венедіктов О. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Навчальний посібник. Вінниця, 2011. 381 с.

46. Паламарчук В. Д., Рудська Н. О., Борисов В. В. Вплив густоти рослин на формування морфологічних ознак у гібридів кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. № 34. С 44–54.

47. Панченко Т., Грабовський М. Агропромисловий сектор України в умовах повномасштабної війни та глобальних змін клімату. Агробізнес Сьогодні. 2025. №7(545). С. 20–21.

48. 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 технологій. 2021. Вип. 29 (43). С. 159–171.

49. Панченко Т. В., Козак Л. А., Грабовський М. Б. Агробіологічні особливості росту та продуктивності кукурудзи за різних систем удобрення. Рослинництво, селекція і насінництво. 2026. № 1. С. 430–450.

50. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ: АРТПРЕС, 2009. 224 с.

51. Петриченко В. Ф. та ін. Концепція розвитку кормовиробництва в Україні на період до 2025 року. Вінниця : НААН, 2014. 12 с.

52. Пілярська О. О. Продуктивність гібриду кукурудзи Крос 221М залежно від умов зволоження та густоти стояння рослин в умовах південного Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Херсон, 2016. 20 с.

53. Поляков В. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин та системи добрив. Техніко-технологічні аспекти розвитку для сільського господарства. 2020. № 27 (41). С. 240–249.

54. Прогресивні технології вирощування кормових культур / за ред. Д. І. Мазоренка. Харків : Майдан, 2008. 333 с.

55. Румбах М. Ю. Шляхи підвищення врожайності зерна гібридів кукурудзи в північній підзоні Степу України. Вісник ДДАУ. 2009. № 1. С. 44–46.

56. 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.

57. Танчик С. П., Центило Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. Науковий вісник НУБіП України. 2017. № 269. С. 74–83.

58. Трубілов О. В. Формування врожайності зерна гібридів кукурудзи залежно від основного обробітку ґрунту і рівня мінерального живлення. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2011. № 40. С. 107–110.

59. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А. Методика польового досліду: навчальний посібник. Одеса : Олді Плюс+, 2024. 448 с.

60. Хавхун А. А. Вплив мінерального живлення на ростові процеси кукурудзи. Український журнал натуральних наук. 2021. № 3. С. 25–30.

61. Циков В. С. Кукурудза: технологія, гибриди, насіння. Дніпропетровськ: Зоря, 2003. 296 с.

62. Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Кам'янець-Подільський, 2018. 209 с.

63. Almodares A., Jafarinia M., Hadi M. R. The effects of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 2009. Vol. 6. № 4. P. 441–446.

64. Barlog P., Frackowiak-Pawlak K. Effect of mineral fertilization on yield of maize cultivars differing in maturity scale. Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura. 2008. Vol. 7(4). P. 5–17.

65. Kalenska S., Kashtanova O., Kalenskyi V., Hovenko R., Antal T. Economic and energy efficiency of technologies for growing corn hybrids depending on the type and methods of applying fertilizers. Plant and Soil Science. 2022. № 1. P. 1–13.

66. Koffi Djaman, Samuel Allen, Dorlote S. Djaman, Komlan Koudahe, Suat Irmak, Naveen Puppala, Murali K. Darapuneni, Sangamesh V. Angadi. Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency. Environmental Challenges. 2022. Vol. 6. P. 100417.

67. Księżak J., Bojarszczuk J., Staniak M. Produkcyjność kukurydzy i sorga w zależności od poziomu nawożenia azotem. Polish Journal of Agronomy. 2012. Vol. 8. P. 20–28.

68. Ma Q., Yu W. T., Jiang C. M., Zhou H., Xu Y. G. The influences of mineral fertilization and crop sequence on sustainability of corn production in northeastern China. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2012. Vol. 158. P. 110–117.

69. Mahmood Y. A., Ahmed F. W., Mohammed I. Q., Wheib K. A. Effect of organic, mineral fertilizers and foliar application of humic acid on growth and yield of corn (Zea mays L.). Indian Journal of Ecology. 2020. Vol. 47(10). P. 39–44.

70. Maurya P., Dawson J., Kumar R. R., Verma A. K., Raj R. Effect of nitrogen level and plant growth regulators in maize (Zea mays L.). Int J Curr Microbiol Appl Sci. 2021. № 10. P. 1283–1288.

71. Prymak I., Grabovskyi M., Voitovyk M. et al. Economic and energy efficiency of primary tillage and fertilisation systems in five-field crop rotation of the Right bank Forest steppe of Ukraine. Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development". 2024. Vol. 24(3). P. 717–726.

72. Shapiro C. A., Ferguson R. B., Hergert G. W., Dobermann A., Wortmann C. S. Fertilizer suggestions for corn. University of Nebraska-Lincoln, Extension. 2008. 6 p.

73. Shynkaruk L., Lykhochvor V. Influence of fertilization and foliar feeding on maize grain qualitative indicators. Ukrainian Journal of Ecology. 2021. Vol. 11. № 6. P. 113–116.

74. Siam H. S., Abd-El-Kader M. G., El-Alia H. I. Yield and yield components of maize as affected by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2008. № 4(5). P. 399–412.

75. Szulc P., Krauklis D., Baldys W., Kobus-Cisowska J. Soil abundance in N min and formation of maize grain yield components. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. 2020. Vol. 65(1). P. 39–43.