

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ агротехнологій, селекції та екології

Кафедра землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти магістр

**на тему: «Вплив комплексного удобрення на продуктивність гібридів
кукурудзи»**

Виконав: здобувач вищої освіти за освітньо-
професійною програмою Еколого-економічне
рослинництво спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
групи 201Амд_ 22

Горошко Назар Миколайович

Керівник: Оксана ЛАСЛО, к.с.-г.н, доцент

Рецензент: Микола МАРЕНИЧ, д.с.-г.н., професор

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інституту агротехнологій, селекції та екології
Кафедра землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова

Освітньо-професійна програма *Еколого-економічне рослинництво*
Спеціальність *201 Агрономія*
Ступінь вищої освіти *магістр*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Сергій ПОСПЕЛОВ
«15» вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Горошка Назара Миколайовича

1. Тема роботи:

«Вплив комплексного удобрення на продуктивність гібридів кукурудзи»

керівник роботи

кандидат сільськогосподарських наук, доцент Ласло Оксана Олександрівна
затверджені наказом ПДАУ від «___» _____ 20__ року №___

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – «___» _____ 2025р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Нормативно-довідкова література.
2. Літературні джерела, у т.ч. інтернет-ресурси.
3. Польові дослідження, аналіз отриманих даних.

4. Зміст -пояснювальної записки

Розділ 1. Аналіз літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи

Розділ 2. Умови та методика проведення досліджень

Розділ 3. Результати досліджень

5. Перелік графічного матеріалу: *схема досліду, рисунки за темою та об'єктом дослідження*

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
РОЗДІЛ 4 Економічна ефективність системи удобрення у технології вирощування кукурудзи	Михайлова О.С.		
РОЗДІЛ 5 Екологічна експертиза	Писаренко П.В.		
РОЗДІЛ 6 Охорона праці	Костенко О.М.		

7. Дата видачі завдання «15» вересня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Вибір і затвердження теми роботи	
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	
3	Опрацювання літературних джерел	
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	
5	Виконання розділів роботи	
6	Оформлення тексту роботи	
7	Попередній захист роботи на кафедрі	
8	Нормо-контроль	
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	
10	Захист кваліфікаційної роботи	

Здобувач вищої освіти _____ Назар ГОРОШКО
 Керівник роботи, к .с.-г. н., доцент _____ Оксана ЛАСЛО

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 СИСТЕМА УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ:	9
ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕННЯ	
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ	26
ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1 Характеристика ґрунтових та кліматичних умов місця проведення досліджень	26
2.2 Методика проведення досліджень	29
2.3 Агротехніка вирощування культури у досліді	33
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	40
3.1 Біометричні показники гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив	40
3.2 Аналіз елементів структури урожаю ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив	46
3.3 Вплив системи удобрення на урожайність ранньостиглих гібридів кукурудзи	53
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ	58
УДОБРЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	66
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	71
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78
ДОДАТКИ	85

ВСТУП

Актуальність теми. Кукурудза є однією із найбільш продуктивних зернових культур універсального напрямку, що знаходить широке застосування у харчовій, технічній, тваринницькій та медичній галузях. Для сільськогосподарського сектора України надзвичайно важливим завданням є забезпечення стабільно високих врожаїв зерна кукурудзи [1]. Водночас реалізація потенціалу сучасних гібридів цієї культури становить лише 40–50%.

Сучасні наукові дослідження демонструють значне зростання кількості зареєстрованих в Державному реєстрі сортів рослин України гібридів кукурудзи. Ці гібриди відзначаються різноманітністю за тривалістю вегетаційного періоду, висотою рослин, стійкістю до загущення посівів, хвороб, посухи та здатністю відповідати на зміни рівня живлення і водного режиму.

Кукурудза для України має значення експортно орієнтованої культури, оскільки внутрішнє споживання охоплює лише третину виробленої продукції, а решта врожаю експортується. Ефективне використання генетичних можливостей нових гібридів сприяє підвищенню урожайності кукурудзи та виступає основним резервом для збільшення загального обсягу зборів. Одним із ключових завдань аграрної науки та практики є правильний добір гібридів різних груп стиглості, які вирізняються високим потенціалом продуктивності та адаптивністю до несприятливих абіотичних умов конкретних регіонів вирощування [2]. Це питання є пріоритетним як для селекційної роботи, так і для насінництва кукурудзи, адже воно прямо впливає на забезпечення стабільності врожаїв і поліпшення якості продукції.

Науково доведено, що продуктивність цих гібридів визначається їх біологічними характеристиками, які ефективно взаємодіють з погодними умовами та системою мінерального живлення [5]. Такі дослідження є важливими для вдосконалення агротехнологій вирощування кукурудзи, забезпечення стабільності врожаю й підвищення продуктивності цієї стратегічно важливої культури [6].

Мета і завдання дослідження: обґрунтування та комплексна оцінка процесів росту та розвитку рослин гібридів кукурудзи, формування врожайності сучасних ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення. У результаті проведених досліджень 2024-2025 років було визначено оптимальні норми застосування мінеральних добрив для гібридів кукурудзи з метою підвищення їх зернової продуктивності.

Завдання:

- дослідити вплив удобрення на біометричні параметри рослин кукурудзи;
- дослідити вплив удобрення на елементи структури урожаю гібридів кукурудзи;
- дослідити вплив удобрення на урожайність гібридів кукурудзи;
- провести розрахунки економічної ефективності удобрення при вирощуванні гібридів кукурудзи.

Об'єкт дослідження: формування урожайності ранньостиглих гібридів кукурудзи за впливу системи удобрення.

Предмет дослідження: реалізація генетичних особливостей ранньостиглих гібридів Лідеа Сідс – ЕС Якарі ФАО 230; ЕС Перспектив ФАО 240; ЕС Катамаран ФАО 230 залежно від системи удобрення.

Методи дослідження. У дослідженнях використані такі методи як: польовий – для закладання досліду в умовах виробничих посівів, визначення ефективності системи удобрення на біометричні показники кукурудзи; статистичний – для обробки отриманих результатів, визначення достовірності різниць між варіантами досліду.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше визначено особливості реакції ранньостиглих гібридів кукурудзи ЕС Якарі (ФАО 230), ЕС Перспектив (ФАО 240) та ЕС Катамаран (ФАО 230) на різні рівні внесення комплексних мінеральних добрив (N60P60K60 та N90P60K60) в умовах експериментального поля. Науково доведено, що оптимальна норма добрив N60P60K60 забезпечує найбільш ефективне розкриття генетичного потенціалу врожайності гібридів кукурудзи завдяки покращенню біометричних показників,

структури врожаю та економічної доцільності застосування добрив. Виявлено тенденцію до зниження ефективності при підвищенні дози азоту до N90P60K60, що не завжди супроводжується статистично значущим приростом врожайності, особливо у гібридів з меншою чутливістю до азоту, наприклад, у ЕС Якарі. Установлено, що гібрид ЕС Катамаран демонструє найвищу адаптивність до комплексного удобрення, забезпечуючи максимальні показники врожайності, що робить його придатним для використання в інтенсивних технологіях вирощування.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати дослідження створюють передумови для оптимізації системи удобрення ранньостиглих гібридів кукурудзи. Встановлено, що використання норми добрив N60P60K60 забезпечує максимальну рентабельність виробництва зерна та ефективність агротехнологій. Виявлені закономірності впливу мінеральних добрив на урожайність можуть бути успішно застосовані у виробничій практиці для вдосконалення технологічних карт вирощування кукурудзи. Це включає можливість диференційованого підбору гібридів, оптимізацію норм удобрення та підвищення ефективності використання ресурсів. Результати досліджень демонструють потенціал зменшення витрат на мінеральні добрива без шкоди для рівня урожайності. Такий підхід значно підвищує економічну результативність сільськогосподарських підприємств. Дані експерименту можуть також знайти застосування у науково-дослідній та освітній діяльності. Зокрема, вони сприятимуть розробці рекомендацій щодо раціонального живлення кукурудзи, враховуючи генетичний потенціал гібридів та особливості родючості ґрунтів.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем узагальнено літературний огляд з питання дослідження впливу системи удобрення на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах ФГ «Ямал», здійснено аналіз отриманих результатів польових досліджень, розраховано економічну ефективність вирощування гібридів кукурудзи на основі розробленої технологічної карти, опубліковано тези доповіді.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень апробовано у V Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції на тему: «Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва». 25.11.2025р.

Публікації: Ласло О.О., Горошко Н.М. Вплив системи удобрення на продуктивність ранньостиглих гібридів кукурудзи. *Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва*: матер. V міжнар.наук.-практ. інтернет-конф. 25.11.2025. ПДАУ. 2025.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 86 сторінках машинописного тексту і складається із загальної характеристики, 6 розділів, висновків і пропозицій виробництву, додатків, анотації. Список використаної літератури налічує 61 найменування.

РОЗДІЛ 1

СИСТЕМА УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ: ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕННЯ

Під час вирощування зернової кукурудзи необхідно суворо дотримуватись відповідних рекомендацій та правил. Внесення мінеральних добрив на кожен гектар посівної площі слід проводити на основі даних агрохімічного обстеження ґрунтів і результатів рослинної діагностики. Важливо підтримувати позитивний баланс поживних речовин і працювати над підвищенням ефективності їх засвоєння рослинами як із добрив, так і з ґрунту. До того ж необхідно забезпечити пропорційне застосування азотних добрив, щоб гарантувати стабільне живлення рослин упродовж усього періоду вегетації. Дотримання цих умов сприятиме отриманню оптимальних результатів при вирощуванні кукурудзи [6].

Кукурудза є однією з найбільш продуктивних злакових культур, яка характеризується універсальним спектром застосувань, включаючи продовольчі, кормові та технічні цілі. Її вирощування відіграє ключову роль у сільськогосподарському секторі України, адже ця культура істотно впливає на економічну ситуацію в галузі тваринництва та зернового виробництва. Окрім цього, кукурудза має вагомим значення для харчової, переробної та медичної промисловості, а також для паливно-енергетичного сектору країни. Її зерно є цінною високоенергетичною сировиною для виробництва біоетанолу й інших видів палива, що підкреслює важливість цієї культури у промисловому виробництві. Завдяки широкому спектру можливостей використання продукції кукурудзи, її вирощування сприяє розвитку різних галузей економіки і має значний вплив на індустріальний сектор держави [1].

Для досягнення високого врожаю кукурудзи аграріям необхідно інвестувати в якісне насіння, засоби захисту рослин та добрива. Після збору врожаю важливо забезпечити сушку, яка наразі є досить затратною, а також правильне зберігання зерна. У зв'язку з несприятливими умовами та обмеженням експорту в цьому році прогнозується, що площі посівів кукурудзи

залишаться на рівні 4 мільйонів гектарів, тоді як інші культури, такі як соняшник, соя, ріпак та нішеві сорти, займатимуть більше площ [2]. Порівнюючи дані за 2022 і 2023 роки, можна відзначити скорочення посівних площ кукурудзи: з 4,62 млн га у 2022 році до 3,86 млн га у 2023 році, що становить зменшення на 760 тисяч гектарів. Незважаючи на ці обставини, кукурудза залишається стратегічно важливою та перспективною культурою. Саме тому ми вирішили детально розглянути основні елементи технології вирощування кукурудзи, критичні періоди її живлення та підживлення, щоб допомогти аграріям досягти оптимальних результатів у вирощуванні цієї культури [5].

Кукурудза має значну вагу у світовому землеробстві, входячи до трійки провідних зернових культур разом із пшеницею та рисом. Вона займає чільне місце за масштабами посівних площ та обсягами виробництва зерна. За потенційною продуктивністю кукурудза перевершує інші зернові культури. У 2013 році в Україні було досягнуто рекордного валового збору зерна цієї культури – 32 мільйони тонн, при цьому середня врожайність становила 6,4 тонни на гектар. Такі високі показники свідчать про важливість і ефективність її вирощування як ключової зернової культури [57].

Зерно кукурудзи вважається високовартісним продуктом, який активно використовується для виготовлення численних харчових і технічних виробів. З нього можна отримати низку корисних продуктів, таких як борошно, крупа, пластівці, крохмаль, глюкоза, сиропи та спирт. Наприклад, зі 100 кг зерна кукурудзи можливо виробити 37–40 літрів спирту, що перевищує показники подібної продукції з інших зернових культур [61]. Крім того, зародки зерна є джерелом рослинної олії, яка характеризується не лише високою калорійністю, але й значним терапевтичним потенціалом: вона сприяє зниженню рівня холестерину в крові й може запобігати розвитку атеросклерозу завдяки вмісту лецитину. Важливо зазначити, що стрижні кукурудзи використовуються для виробництва таких продуктів, як лігнін, ксилоза, целюлоза та папір. З однієї центнери кукурудзяного зерна можна отримати 56 кг крохмалю, 22,4 кг

кормової продукції з протеїном 21%, 5,2 кг глютенного борошна та 2,7 кг кукурудзяної олії. Таким чином, кукурудза є справді універсальною культурою з широкими можливостями для застосування в різних галузях промисловості й харчового виробництва [19].

Зміна кліматичних умов у світі та в Україні вимагає впровадження адаптивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур. Надзвичайно важливим є застосування технологій, які дозволяють максимально реалізувати генетичний потенціал цих рослин. Це дає змогу сільгоспвиробникам адаптуватися до нових кліматичних викликів і забезпечити стабільний урожай навіть за умов негативного впливу зовнішніх факторів. Використання адаптивних сортів і гібридів є ключем до успішного сільськогосподарського виробництва в умовах кліматичних змін [28, 33, 34,35].

Селекціонери постійно вдосконалюють структурні особливості кукурудзи, зосереджуючись на тих компонентах, які безпосередньо впливають на її продуктивність і здатність витримувати стресові умови. Увага приділяється зокрема розмірам і куту нахилу листя, архітектоніці кореневої системи та іншим характеристикам. Завдяки вдосконаленню цих елементів селекціонери прагнуть підвищити врожайність, покращити стійкість культури до різноманітних стресових факторів і забезпечити сприятливі умови для її росту та розвитку [35].

Одним із важливих недоліків сучасних поширених гібридів є їх низька адаптованість до різних ґрунтово-кліматичних умов, що зумовлено генетичною спорідненістю вихідного матеріалу. Для створення високопродуктивних гібридів необхідно володіти різноманітним вихідним матеріалом, зокрема самозапиленими лініями, які відповідають основним критеріям селекції. До таких критеріїв належать висока врожайність зерна і насіння, високий донорський потенціал, генетична стійкість до впливу абіотичних і біотичних факторів, а також добра адаптація до погодних умов і агротехнічних методів [36].

Сьогодні у виробництві активно застосовуються прості та трьохлінійні гібриди. За умов правильного добору батьківських компонентів ці гібриди демонструють високий рівень гетерозису, що позитивно позначається на врожайності. Ця загроза особливо актуальна при повторних посівах кукурудзи на одному й тому ж полі, а також у разі залишення рослинних решток після збору врожаю [34]. Це сприяє накопиченню в ґрунті шкідливої мікрофлори та збільшенню кількості шкідників. Вирішити ці проблеми та підвищити рівень гетерозису можна за рахунок значного розширення асортименту вихідного матеріалу, який відрізняється походженням, методами створення, спектром корисних [33]. Однак дедалі більшу тривогу викликає висока генетична спорідненість вихідного матеріалу, яка використовується при створенні батьківських ліній [35]. Це часто стає причиною спалахів епіфітотій хвороб та масового розповсюдження шкідників.

властивостей і генетичним контролем.

Оцінка рівня комбінаційної здатності ліній кукурудзи за основними кількісними характеристиками, що визначають їх селекційну придатність, значно спрощує підбір компонентів для схрещування відповідно до конкретних умов і вимог спеціалізованих селекційних програм [54].

Виділяють загальну комбінаційну здатність (ЗКЗ) і специфічну комбінаційну здатність (СКЗ). ЗКЗ характеризує середній рівень гетерозису, досягнутий у результаті всіх гібридних комбінацій при схрещуванні певної лінії з іншими генотипами. СКЗ, своєю чергою, демонструє відхилення рівня гетерозису окремої гібридної комбінації від середніх значень. Крім того, ефективність ліній оцінюється за їх здатністю забезпечувати конкурентний гетерозис у тест-гібридах у порівнянні зі стандартними зразками.

При дослідженні колекційного матеріалу обов'язковим етапом є оцінка комбінаційної здатності (КЗ). Цей показник відображає генетично зумовлений рівень гетерозису за певними ознаками, які передаються від ліній до гібридів у процесі схрещування. Комбінаційна здатність є ключовою властивістю, що визначає можливість використання ліній у селекції [59].

Зважаючи на велику різноманітність генотипів кукурудзи та їхню специфічну реакцію на різні умови, включно з температурними стресами, важливим є спрямування зусиль на формування стійких рослин. Ефективна коренева система відіграє вирішальну роль у забезпеченні рослин адаптацією до стресових умов, сприяючи оптимальному зростанню та розвитку [35, 36].

Серед найефективніших методів оцінки КЗ продовжують домінувати різні варіанти аналізуючих схрещувань із подальшим тестуванням гібридів. До основних підходів належать діалельний аналіз, топкроси, полікроси та вільне схрещування.

Характеристика ліній за комбінаційною здатністю (КЗ) широко використовується селекціонерами, що дозволяє ефективніше інтегрувати їх у селекційні програми. Це, своєю чергою, прискорює процес селекції нових високогетерозисних гібридів кукурудзи на 4–5 років, суттєво підвищуючи його ефективність. Дослідженню КЗ ліній кукурудзи присвячено чимало наукових праць [33, 35, 36].

На сучасному етапі інтенсифікації землеробства застосування мікродобрив, зокрема тих, які містять мікроелементи у формі хелатів, є одним із ключових чинників збільшення врожайності сільськогосподарських культур. Мікроелементи у формі хелатів забезпечують краще засвоєння поживних речовин із ґрунту, сприяючи гармонійному розвитку рослин. Це покращує їхню стійкість до стресу та створює передумови для отримання максимально високих врожаїв [58].

Рослини кукурудзи значно споживають мікроелементи і демонструють високу чутливість до їх дефіциту на різних етапах росту та розвитку. Для забезпечення культур життєво необхідними мікроелементами, зокрема марганцем, цинком, молібденом та сіркою, активно використовуються мікродобрива. Серед таких засобів особливо варто відзначити добрива «Нутрібор» і «Нутрімекс», які містять у своєму складі мікроелементи в легкозасвоюваній формі. Їхнє застосування допомагає не лише уникнути браку елементів живлення, а й підвищити врожайність і якість зерна, укріпити

загальний стан рослин та забезпечити їхню стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища [56].

Впровадження технологічних підходів до управління створенням стійких до стресу агроценозів кукурудзи допомагає реалізувати її генетичний потенціал. Це включає оптимізацію методів обробітку ґрунту, раціональне внесення добрив, регулювання густоти посівів та інші агротехнічні заходи, що забезпечують оптимальні умови розвитку. Такий підхід дозволяє максимально використовувати генетичний потенціал рослини, значно підвищуючи врожайність [55].

Незважаючи на високий потенціал продуктивності сучасних гібридів кукурудзи, середній показник урожайності в Україні залишається нижчим, ніж можна було б очікувати. Це свідчить про необхідність підвищення ефективності живлення рослин. Використання мікродобрив нового покоління для позакореневого підживлення створює можливості наситити рослини потрібними поживними речовинами, підвищити їхню стійкість до несприятливих умов і досягти максимального використання генетичного потенціалу для отримання великих врожаїв [49, 50].

Позакореневе підживлення сьогодні розглядається як невід'ємний компонент сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Цей метод дозволяє не лише підвищити врожайність, а й суттєво покращити якість отриманої продукції завдяки забезпеченню рослин збалансованим доступом до поживних речовин у моменти найбільшої фізіо-логічної потреби. Таке підживлення сприяє оптимізації ростових процесів і забезпечує необхідні ресурси для здорового розвитку культур [48].

Добрива «Нутрімікс» та «Нутрібор» мають низку переваг у порівнянні з іншими продуктами цього класу. Їх ефективність у поєднанні з методами захисту рослин від шкідників та патогенів підтверджена емпіричними випробуваннями у сільськогосподарських господарствах України та інших країн. За допомогою цих добрив досягається стабільне збільшення врожайності та покращення якісних характеристик зерна. З особливою вдячністю

користувачі відзначають їхню ефективність за умов екологічного стресу, що стає все актуальнішим через динамічні зміни клімату. Для досягнення найкращих результатів рекомендується їхнє застосування в періоди вегетації рослин [31].

Мікродобрива, що використовуються для позакореневого підживлення, демонструють високу ефективність у технологіях вирощування незалежно від способу їх застосування – від обробки насіння до листових аплікацій. Численні наукові дослідження підтверджують, що приріст урожайності та поліпшення якості продукції значно перевищують приріст виробничих витрат на кожний гектар посіву [39].

Розвиток та продуктивність кореневої системи сільськогосподарських культур обумовлені взаємодією багатьох факторів, які включають генетичні особливості гібридів, кліматичні умови, фізико-хімічні характеристики ґрунту (температура, вологість, забезпеченість поживними елементами) та інші. Добре розвинена коренева система виступає однією з ключових передумов для формування стабільних високих врожаїв. У зв'язку з цим технологічні підходи, спрямовані на створення оптимальних умов для розвитку корневих систем, відіграють важливу роль у досягненні високої продуктивності при вирощуванні аграрних культур [38].

Фотосинтетична активність рослин є фундаментальним показником, від якого значною мірою залежить врожайність культур. Цей процес, що відображає потенціал посівів, чутливо реагує на ґрунтово-екологічні умови, технологічні чинники і генетичні характеристики гібридів. Площа листової поверхні і рівень її фотосинтетичної активності впливають на здатність рослин ефективно поглинати сонячну енергію та синтезувати органічні речовини. Вивчення морфофізіологічних особливостей гібридів кукурудзи є ключем до формування рекомендацій з оптимізації технологій вирощування, що дозволяють максимально реалізувати потенціал конкретних генотипів за певних умов вирощування [18].

Одним із важливих завдань селекції кукурудзи є підвищення її толерантності до екстремальних температур. У цьому контексті була висунута гіпотеза щодо комбінації інбредних ліній кукурудзи з різними температурними оптимумами для росту кореневої системи, що може забезпечити гетерозисне перевершення у гібридів. Ця концепція заснована на ідеї «граничного наддомінування», коли гібрид демонструє вищий рівень продуктивності порівняно з батьківськими формами за сукупністю ознак [17].

Особливу актуальність має використання мікродобрив у технологіях вирощування зернових культур, що вже протягом тривалого часу перебуває у центрі уваги фахівців аграрної галузі. Забезпечення посівів мікроелементами є одним із ключових аспектів сучасного агропромислового виробництва. Ефективність застосування мікродобрив пояснюється їх впливом на підвищення коефіцієнта засвоєння основних добрив та оптимізацію мікроелементного балансу рослин. Внаслідок цього застосування мікродобрив не лише сприяє кращій урожайності аграрних культур, але й значно підвищує економічну ефективність агротехнологій у цілому [11].

Система удобрення відіграє вагомую роль у визначенні хімічного складу насіння кукурудзи. Якість зерна є сортовою характеристикою, яка суттєво відрізняється між гібридами, хоча зміни між окремими сортами демонструють значно меншу варіативність. Технологічні властивості зерна у випадку гібридів кукурудзи є надзвичайно важливими, оскільки вони напряду визначають сферу його використання [13].

Селекція кукурудзи з орієнтацією на якість зерна виявляється складним процесом через домінуючий вплив факторів зовнішнього середовища, які можуть не тільки нівелювати генетичні відмінності між сортами, але й ускладнювати їх ідентифікацію. Крім того, позитивні та негативні кореляції між компонентними складовими зерна створюють додаткові труднощі у селекційному процесі. Наприклад, від'ємний кореляційний зв'язок між білковістю і вмістом олії в середньому становить $-0,75$, з відхиленнями в діапазоні від $-0,35$ до $-0,98$. Сорти кукурудзи з підвищеним вмістом

солерозчинної білкової фракції, особливо ті, що мають низький вміст олії, є перспективними для подальших селекційних програм.

Внесення комплексних мікродобрив і фітогормонів є важливим етапом розвитку сучасної агротехнології. Зокрема, стимуляцію росту кореневої системи забезпечують препарати росту на основі колагену й кератинів, такі як Триамін радикаляр, який активізує поділ клітин коренів. Дослідження демонструють приріст урожаю коренеплодів та овочів на 68% і більше.

Проблема застосування мікродобрив стає дедалі актуальнішою через перехід до інтенсивних технологій вирощування культур, зниження родючості ґрунтів і їх здатності постачати рослини поживними речовинами. Це також викликано поширенням ерозій, зменшенням частки органічних добрив у технологіях і низкою інших факторів. Одним із ключових аспектів підвищення врожайності та якості зернової продукції в умовах інтенсивного землеробства є використання мікроелементів. Їх значення зростає через збільшення винесення урожаю основної і побічної продукції, а також через відсутність органічних добрив тваринного походження у системі удобрення кукурудзи. Основними необхідними для кукурудзи мікроелементами є молібден, кобальт, бор, цинк, залізо, марганець і мідь. Значну роль у розвитку і рості рослин відіграють також фітогормони, які утворюються в рослинах і регулюють відповідні процеси [10].

Застосування препарату Гранофол К позитивно впливає на врожайність овочевих і фруктових культур. Водночас Гранофол Си показав ефективність у підвищенні врожайності соняшника, а також його стійкості до вилягання і розвитку грибкових чи бактеріальних хвороб завдяки вмісту фосфору та міді. Однак у стресових умовах довкілля, таких як спека чи заморозки, ефективність препарату знижується, що негативно позначається на врожаї.

Мікродобриво Триамін плюс, що містить значну кількість амінокислот і пептидів, сприяє підвищенню стійкості рослин до стресових факторів довкілля, прискорює відновлення після пошкоджень внаслідок граду, атаки шкідників, заморозків, посухи або інтоксикації рослин [8].

Для культур, чутливих до нестачі бору, використовується препарат Фертімікс В, що містить органічний комплекс бору з етаноламіном. А для збільшення рівня молібдену при вирощуванні бобових культур та багаторічних трав рекомендується застосування комплексного водорозчинного добрива Фертімікс Мо з азотом і фосфором. Фосфор у цьому складі активує ферменти нітрогенезу й нітратредуктази [7].

Наукові та польові дослідження підтверджують, що мікродобрива є важливими складовими системи удобрення сільськогосподарських культур. Їхній дефіцит у ґрунті негативно впливає на здатність агрокультур забезпечувати високі врожаї [14].

Для ефективного позакореневого підживлення розроблено комплексне мікродобриво Фертімікро. Завдяки оптимальному вмісту мікроелементів це добриво підвищує стресостійкість рослин. Обробка посівів препаратом Фертімікро Mg призводить до приросту врожаю на 2–5 ц/га завдяки мікроелементам у хелатній формі, таким як мідь, залізо, цинк, бор, магній і молібден.

Препарат Квіцелум, який містить мікроелементи та регулятори росту, покращує засвоєння мінеральних добрив і пестицидів, підвищуючи врожайність та якість продукції. Його дія пояснюється наявністю фітогормонів, таких як гіберелін і цитокінін, які посилюють стійкість рослин до високих і низьких температур [32].

Мікроелементи беруть участь у складі вітамінів, азотному й вуглеводному обміні, окисно-відновних реакціях, інтенсифікують процес фотосинтезу, підтримують роботу ферментів або активують їх. Вони підвищують проникність клітинних мембран, впливають на фізичні властивості, структуру і функції рибосом. Окрім того, мікродобрива підвищують стійкість рослин до грибкових і бактеріальних хвороб та негативного впливу стресових умов [55].

Рослини потребують мікроелементи, такі як бор, молібден, кобальт, марганець, мідь та цинк, у невеликих кількостях. У зв'язку з цим до

мікродобрив відносять мінеральні речовини, що містять ці елементи. Вони відіграють важливу роль у процесах росту і розвитку рослин та виконують значущі фізіологічно-біологічні функції.

Одним із найефективніших методів використання мікродобрив є передпосівна обробка насіння. Для цього застосовують різноманітні форми мікроелементів, зокрема комплексонати (Fe, Cu, Co, Mo, Mn, Zn). Вони поєднуються із протруйниками, безпечні для рослин та додатково проявляють захисні властивості. Комплексонати активізують розщеплення запасних білків, вуглеводів та жирів, сприяють реакціям окислення і відновлення, стимулюють проростання насіння, підвищують його життєздатність і польову схожість, а також прискорюють формування надземної маси та кореневої системи [56].

При підготовці насіння кукурудзи до посіву дотримуються певних стандартів якості: типовість – 98%, схожість – не менше 92%, чистота – не менше 98%.

Дефіцит цинку у ґрунтах погано впливає на процеси запліднення, адже ауксиноподібна дія цього елемента стимулює проростання пилку на приймачці квіток, а його роль у формуванні насіння залишається ключовою. Нестача цинку знижує наповненість насіння, що негативно позначається на врожайності. Обробка насіння мікродобривами з високим вмістом цинку є ефективним рішенням для компенсації його дефіциту. Особливо рекомендується підживлення у фазі 3–5 листків кукурудзи. При виборі добрив доцільно використовувати препарати з хелатною формою цинку, зокрема Мікро NP (1% Zn), Валагро ЕДТА Мікс 5 (5% Zn), Брексіл Цинк (10% Zn), Брексіл Мікс (5% Zn), Пролік Мікро (1,57% Zn), Радіфарм (1% Zn) [55].

Насіння, оброблене мікродобривами, демонструє вищу енергію проростання та менш інтенсивне споживання запасів поживних речовин на непродуктивне дихання. Завдяки цьому препарати з мікродобривами сприяють проростанню навіть за браку елементів живлення у зернівці, покращуючи польову схожість.

Обробка насіння мікродобривами, такими як Вуксал-Териос, Реаком-С-Зерно та Альфа Гроу-зерновий, сприяє ефективнішому використанню рухомих форм макроелементів із ґрунту, що забезпечує покращене проростання насіння і стимулює подальші ростові процеси в рослинах. Мікроелементи виступають важливим фактором підвищення врожайності та якості зерна кукурудзи, а найбільш ефективним методом їх внесення є позакореневе підживлення у фазах активного росту та розвитку рослин. У ці періоди коренева система не завжди здатна ефективно засвоювати елементи живлення з ґрунту. Особливо позакореневе підживлення є важливим у стресових умовах, таких як низька температура чи посуха, оскільки воно забезпечує рослини необхідними мікроелементами [39].

Застосування комплексів мікродобрив, таких як Валагро ЕДТА, у поєднанні з регуляторами росту Гумістар, Віва чи Радіфарм демонструє помітний синергізм цинку на фізіологічні процеси в рослинах кукурудзи. Це сприяє підвищенню енергії проростання на 7%, розбудові кореневої системи та стійкості до стресів, шкідників та хвороб. У критичних фазах розвитку кукурудзи доцільно застосовувати суспензійне добриво Пролік Мікро для листового підживлення [19].

Мікроелемент бор також є ключовим для інтенсивного розвитку молодих клітин тканин рослин, синтезу хлорофілу та регуляції білкового і вуглеводного обміну. За дефіциту бору спостерігаються порушення фотосинтезу, пригнічення транспортування вуглеводів і розвиток точок росту зупиняється, що негативно впливає на розвиток кореневої системи.

Мікроелемент мідь входить до складу ферментів, що беруть участь у процесах окислення та відновлення. Брак цього елемента проявляється в таких симптомах: клітинні стінки рослин втрачають пружність, знижується інтенсивність дихання та фотосинтезу, а на листках утворюються білі плями.

Мікроелементи беруть участь у всіх біохімічних процесах розвитку рослин кукурудзи через активізацію ферментів. Вони значущі для синтезу білків, жирів, мінералів і є сигналізаторами в утворенні гормонів, вітамінів та

біологічно активних речовин. Серед усіх мікроелементів найбільше потребується цинку, який відіграє важливу роль у синтезі хлорофілу, вітамінів та у окисно-відновних процесах, що сприяють росту рослин. Нестача цинку викликає затримки розвитку та досягання зерна, провокує міжжилковий хлороз [18].

Мікроелемент марганець активізує ферменти рослин, бере участь у фотолізі води та впливає на перенесення цукрів із листя до інших частин кукурудзи. Здатність зерна кукурудзи швидко втрачати вологу під час дозрівання є ключовою характеристикою гібридів. Це має велике технологічне й економічне значення, адже швидке висихання зерна допомагає зберегти його якість і забезпечити ефективну подальшу обробку та використання [10].

Кукурудза відіграє стратегічно важливу роль у формуванні національного зернового господарства, оскільки зростання обсягів її виробництва безпосередньо впливає на експортний потенціал країни. У цьому контексті необхідність забезпечення стабільного та прогресивного розвитку виробництва кукурудзи набуває особливої актуальності. Досягнення цієї мети можливе шляхом інтеграції інноваційних технологій у процеси вирощування, зокрема через впровадження сучасних гібридів, які характеризуються підвищеним потенціалом продуктивності [15, 16].

Недостатність марганцю викликає погіршення фотосинтетичного процесу, зниження синтезу вуглеводів і кисню.

Мікроелемент залізо каталізує початкові етапи синтезу хлорофілу, забезпечує процеси відновлення молекулярного азоту та нітратів до аміаку. Дефіцит заліза призводить до міжжилкового хлорозу в кукурудзи, зниження рівня цукрів і жовтіння листкових пластинок.

Мікроелемент молібден бере участь у синтезі білків, сприяє азотному обміну та входить до складу ферментів нітрогенази й нітратредуктази. Недолік молібдену викликає порушення метаболізму, затримку цвітіння та гальмування розвитку кукурудзи; листя стає світло-жовтим.

Варто підкреслити, що навіть за достатнього вмісту мікроелементів у ґрунті кукурудза не завжди здатна ефективно їх засвоювати. Відсутність будь-якого окремого мікроелемента може стати обмежувальним фактором для формування врожайності.

Процес діагностики мінерального живлення сільськогосподарських культур здійснюється на основі біометричних показників, визначення вмісту макро- та мікроелементів у ґрунті й рослинах, а також оцінки їх збалансованості. У другій половині ХХ століття агрохіміка та фізіологія розробили нормативні показники концентрацій хімічних елементів, які асоціюються з певними рівнями врожайності. Проте, у світлі сучасних досягнень у селекції, ці показники вимагають перегляду. Сучасні сорти й гібриди забезпечують підвищену продуктивність завдяки більш економному й ефективному використанню поживних речовин для утворення одиниці продукції, що потребує оновлення наявних рекомендацій для агротехнологічного забезпечення їх потенціалу [1].

Гібриди кукурудзи мають специфічні вимоги до елементів живлення, що обумовлені їх функціональним призначенням (вирощування на зерно чи силос), тривалістю вегетаційного періоду, типом зерна, рівнем адаптивності та іншими біологічними характеристиками. Для вдосконалення технологій вирощування та забезпечення максимізації врожайності важливо встановити оптимальні параметри внесення основних хімічних елементів, що є актуальним завданням сучасної аграрної науки та практики [2].

Сучасні дослідження в галузі наукового обґрунтування мінерального живлення сільськогосподарських культур зосереджені на аналізі перспективних напрямів, зокрема генотипової ідентифікації оптимальних показників їх забезпечення хімічними елементами. Науковці відзначають важливість урахування останніх досягнень у селекції та генетиці, а також сортових особливостей потреб культур у поживних речовинах при розробці систем удобрення. Це стосується насамперед забезпечення збалансованості елементів живлення, метою якої є максимальне розкриття потенціалу сучасних сортів і

гібридів. Одним із результатів цих напрацювань є розробка концепції оперативної сортової діагностики живлення сільськогосподарських рослин для визначення їх адаптивного потенціалу та прискорення відбору перспективних генотипів у селекційних програмах [5, 27].

Збалансоване внесення основних елементів живлення – азоту, фосфору, калію, сірки – та мікроелементів у критичні фази росту сільськогосподарських культур за екстремально посушливих умов сприяє раціональному використанню запасів ґрунтової вологи та покращенню засвоєння азоту. Це дозволяє підвищити врожайність культур у середньому на 20–25%, підкреслюючи значення правильного і своєчасного живлення рослин для отримання високих результатів агровиробництва.

Виклики, пов'язані зі змінами клімату, особливо зростанням посушливості, загострюють необхідність оптимізації мінерального живлення рослин. Оскільки рівень засвоєння хімічних елементів безпосередньо залежить від вологості ґрунту, виникає потреба в нових підходах до живлення культур, що дозволили б підтримувати їх відповідний рівень забезпеченості поживними речовинами навіть за несприятливих кліматичних умов [6].

У сучасних наукових дослідженнях за кордоном значне місце займають роботи, спрямовані на створення посухостійких гібридів кукурудзи. Ці гібриди повинні демонструвати здатність до ефективного поглинання поживних елементів та забезпечувати стабільне формування врожайності в умовах посушливого клімату. Основною метою таких досліджень є селекція нових сортів кукурудзи, які могли б адаптуватися до суворих екологічних умов і забезпечувати сталий рівень продуктивності навіть при дефіциті вологи [7].

Зональні дослідження в умовах Лісостепу показали, що реакція гібридів кукурудзи на рівень удобрення залежить від групи стиглості. Зокрема, це виражається у варіаціях накопичення макро- та мікроелементів у рослинному матеріалі. Зазначений факт свідчить про необхідність диференційованого підходу до оптимізації мінерального живлення кукурудзи з урахуванням

сортових характеристик, щоб у максимально можливій мірі задовольнити потреби культури за умов обмеженого вологозабезпечення.

Оптимізація процесів мінерального живлення у сучасних агротехнологіях вирощування кукурудзи вимагає ретельного аналізу накопичення макро- й мікроелементів у рослинах залежно від морфотипу гібрида. Важливо також враховувати його потенційну продуктивність у контексті взаємодії з абіотичними та біотичними факторами довкілля. Не менш значущим аспектом залишається стратегія сільськогосподарських підприємств щодо оптимізації витрат на реалізацію технологічного процесу, зокрема з урахуванням фінансової складової застосування мінеральних добрив, які формують вагому частку витрат у технології вирощування кукурудзи [8].

У вітчизняній науковій спільноті на даний час тривають експерименти з генетично модифікованими сортами кукурудзи. Головний фокус цих досліджень полягає у розробці систем мінерального живлення, здатних сприяти підвищеному засвоєнню специфічних іонів. Зазначені системи передбачають збільшення локальних концентрацій поживних елементів у тканинах рослин, що не лише покращує їхній механізм живлення, але й сприяє підвищенню стійкості до посухи. Таким чином, ці заходи спрямовані на підвищення загальної продуктивності кукурудзи та забезпечення її адаптивності до несприятливих умов навколишнього середовища [11].

Ключовим елементом технологічного циклу для підвищення врожайності кукурудзи є впровадження високопродуктивних гібридів вітчизняної та зарубіжної селекції із різною тривалістю вегетаційного періоду (за класифікацією FAO). Ефективне використання таких гібридів потребує індивідуалізованого підходу, який має враховуватися разом із іншими факторами при оптимізації базових систем удобрення в технології вирощування кукурудзи. Лише за таких умов можна максимально реалізувати закладений у геном кукурудзи біологічний потенціал [10].

Досягнення високих результатів у виробництві кукурудзи безпосередньо пов'язане з упровадженням сучасних технологій, серед яких важливе місце

займають оптимізовані системи удобрення. Їх використання сприяє стабілізації гумусного складу ґрунту та покращенню його поживного режиму, що створює сприятливі умови для забезпечення рослин необхідними елементами для інтенсивного росту та отримання високих врожаїв [13].

Поряд із вибором гібрида важливим чинником підвищення врожайності є науково обґрунтована зональна система удобрення, яка передбачає раціональне дозування добрив залежно від регіональних особливостей ґрунтово-кліматичних умов. Історичний досвід засвідчує, що застосування таких систем хімізації в аграрному секторі, особливо в період до реформ у сільському господарстві, відіграло ключову роль у забезпеченні високих рівнів врожайності кукурудзи та її економічної ефективності.

Кукурудза є досить вибагливою культурою щодо присутності необхідних поживних речовин у ґрунті. У разі низького вмісту таких речовин розраховувати на високі врожаї майже неможливо. Жодна сучасна агротехніка чи найкращі знаряддя для обробітку ґрунту не зможуть компенсувати нестачу поживних елементів без внесення відповідних добрив. Відтак, правильний підбір і застосування добрив є ключовим для забезпечення кукурудзи необхідними елементами живлення, що сприяє її ефективному росту та високій врожайності [19].

Сьогодні, враховуючи високу вартість мінеральних добрив і обмеженість фосфорних ресурсів, оптимальна система удобрення кукурудзи має базуватися на помірному дозуванні. Дані про потенціал сучасних гібридів кукурудзи, в поєднанні зі статистикою їх реальної продуктивності в агроценозах, підтверджують наявність значних, але ще не повністю реалізованих генетичних можливостей культури. З огляду на це, раціональне використання добрив та орієнтація на генетичний потенціал рослин залишаються важливими кроками до досягнення максимальних результатів у виробничих умовах [28].

За результатами аналізу літературних джерел можна стверджувати, що досягнення запланованого врожаю кукурудзи можливе лише за чіткої оптимізації системи внесення добрив. Це ще раз наголошує на важливості

грамотного підходу до їх використання для успішного вирощування цієї культури. У зв'язку з цим рекомендується ретельно планувати та впроваджувати ефективну систему удобрення з метою підвищення результативності господарських заходів [38].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика ґрунтових та кліматичних умов місця проведення досліджень

У фермерському господарстві «Ямал», розташованому в с. Комендантівка Кременчуцького району Полтавської області, проводили дослідження ефективності добрив на посівах кукурудзи. Основні напрямки діяльності фермерського господарства включають вирощування зернових і бобових культур, насіння олійних рослин.

Система землекористування та сучасні методи агровиробництва на території Кременчуцького району, де розміщене господарство, мають значний вплив на природні умови. Це спричиняє зміни у розвитку природних процесів і погіршує стан агроєкосистеми. Територія господарства знаходиться в межах Дніпровсько-Донецької западини, яка вирізняється активною рухливістю окремих геологічних структур та значною дробленістю кристалічного фундаменту. Ландшафт Лубенського району представлений платформеними формами рельєфу з похило-хвилястою поверхнею, яку перетинає мережа ярів та балок.

Землі господарства розташовані в лівобережній низовинній провінції Лісостепової зони, де переважають такі типи ґрунтів: чорноземи звичайні та чорноземи типові. Найбільшу площу ріллі тут займають чорноземи – близько 95%, що робить їх найбільш поширеним ґрунтом на території ФГ. Чорноземи мають високі агрохімічні та водно-фізичні властивості. Їх структура переважно зерниста або грудкувато-зерниста, що забезпечує водостійкість ґрунту. Вміст гумусу варіюється від 3,0 до 3,5%. За механічним складом ґрунти мають важко-суглинисту структуру з 43–46% фізичної глини та 9–11% фізичного піску. Генетичний профіль ґрунту включає перегнійно-аккумулятивний горизонт (до 60 см), перехідний горизонт і материнську породу.

Основною характеристикою чорноземів є гумусово-аккумулятивний горизонт товщиною близько 50 см, у якому активно відбувається процес

переміщення дрібнодисперсних частинок разом із ґрунтовим розчином, що сприяє накопиченню гумусу. У цих ґрунтах формуються елювіальний і ілювіальний горизонти. Реакція середовища зазначених ґрунтів має показник рН 6,6, а рівень гумусу залишається на середньому рівні, становлячи 3,0–3,5%.

Кліматичні умови Лубенського району належать до помірно-континентальної кліматичної зони. Радіаційні характеристики території визначаються радіаційним балансом і сумарною сонячною радіацією, середньорічний рівень якої становить 32–41 ккал/см². Максимальні значення радіаційного балансу спостерігаються у червні-липні, досягаючи 6–8 ккал/см². Узимку, за безхмарних умов, сумарна сонячна радіація може підійматися до 155 ккал/см².

Середньорічна температура становить 7,7°C. У січні її багаторічний середній показник варіюється в межах –5,2...–7,1°C, а в липні досягає максимуму – 19,9...26,1°C. Період зі середньодобовою температурою вище 0°C триває близько 287 днів, охоплюючи час із третьої декади березня до другої декади листопада. Зима триває приблизно 70–110 днів. Літо тепле, часто сухе, зі стабільно високими температурами та короткочасними грозовими опадами.

Посухи є характерними для клімату району, особливо у травні-червні та вересні, коли більшість агрокультур відчуває гостру потребу у волозі. Влітку тут переважають вітри північно-західного та західного напрямків, взимку – північного й північно-східного. Середня швидкість вітру становить до 5 м/с, проте в окремі роки літніми місяцями пориви можуть досягати 40 м/с.

Рівень зволоження визначається річною кількістю опадів, яка складає близько 407–417 мм. Найбільше опадів спостерігається у липні, найменше – у період із лютого до травня. У травні зазвичай помітно зростає кількість опадів через надходження вологих повітряних мас із заходу та північного заходу.

Сніговий покрив у районі є нестійким: він здебільшого формується у грудні, але через коливання температур може швидко танути. Глибина промерзання ґрунту за багаторічними даними становить до 50 см. Останнім

часом зими стають дедалі теплішими й характеризуються слабким сніговим покривом.

Таблиця 2.1

**Характеристика ґрунтів ФГ «Ямал» Кременчуцького району
Полтавської області**

Типи ґрунтів	Глибина орного горизонту, см	Гумус,%	Вміст макроелементів мг/100 г ґрунту			Щільність ґрунту, г/см ³	рН
			N	P	K		
Чорнозем звичайний, середньогумусний	0–30	3,1-3,3	9,9	13,4	13,6	1,0	6,7
Чорнозем типовий, малогумусний	0–27	2,8-3,0	8,6	11,8	12,9	1,1	6,4

На дослідних ділянках ґрунти вирізняються рівномірною структурою ґрунтового горизонту, а також виявляється тенденція до поступового зменшення вмісту глинистих часток у гумусовому шарі та їх накопичення в перехідному горизонті. Ґрунтові води залягають на глибині 18–20 метрів, майже не впливаючи на водно-повітряний режим активної зони водообміну. Підземні води також розташовані на тій самій глибині та мають незначний вплив на режим водообміну в активній зоні.

Клімат досліджуваної території має помірно-континентальний характер із жарким літом і помірно холодною зимою. Середня температура в січні становить від -4 до -6 °С, а в липні – від +20 до +22 °С. Щорічна кількість опадів коливається в межах 400-490 мм. Регіон вирізняється сухим і дуже теплим кліматом.

Середньорічні температури змінюються майже вертикально. У зимовий період ізотерми варіюються від -6,2 °С на півночі до -4,0 °С на півдні, а влітку – від 20,5 °С до 22,0 °С. Абсолютна максимальна зафіксована температура тут

досягала 41 °С, а мінімальна – 38 °С. Протягом року температура ґрунту опускається до 0 °С приблизно 10-15 разів.

Таблиця 2.2

**Характеристика кліматичних умов ФГ «Ямал» Кременчуцького району
Полтавської області**

Роки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура повітря												
2024	3,2	1,5	4,2	14,1	15,5	24,2	19,8	17,5	18,3	11,6	3,2	-2,2
2025	-4,5	-5,1	3,7	7,6	6,1	13,1	20,4	19,9	16,2	7,8	6,1	-
Кількість опадів												
2024	55,5	40,5	22,6	19,5	4,9	4,1	3,9	3,3	2,1	3,0	11,2	45,2
2025	29,5	20	30,7	34,5	27,6	44,3	27,7	12,9	25,4	22,3	35,8	-

Загальна кількість сонячної радіації по регіону становить 4200–4400 МДж/м², а радіаційний баланс – 1800–1950 МДж/м². Тривалість сонячного сьйва сягає 2050–2150 годин на рік, тоді як сума активних температур (вище 10 °С) варіюється від 2700 до 3400.

Щорічна кількість опадів досягає максимуму на північному сході області (450 мм) і поступово зменшується до 350–400 мм на південному заході. Найвологішим є липень, а найсухішим – березень. У літній період на регіон припадає до 80% річної кількості опадів, за зиму ж більше снігу випадає у східній частині області порівняно із західною.

У липні відносна вологість повітря змінюється від 66% на півночі до 62% на південному сході, а в січні – від 84% до 81%. Літні вітри здебільшого мають західну або північно-західну спрямованість, а взимку переважають східні та північно-східні потоки.

2.2 Методика проведення досліджень

У 2024–2025 роках у фермерському господарстві «Ямал», що знаходиться в Кременчуцькому районі Полтавської області, були проведені дослідження,

спрямовані на вивчення впливу комплексної системи удобрення на продуктивність та реалізацію генетичного потенціалу ранньостиглих гібридів кукурудзи [37].

Різноманітні метеорологічні умови, характерні для цих років, дозволили всебічно та об'єктивно оцінити характеристики досліджуваних гібридів, залежно від кліматичних факторів та агротехнічних прийомів вирощування. Це забезпечило можливість отримати детальну картину щодо впливу середовища та технологій вирощування на розвиток і врожайність цих гібридів.

Веgetаційний період і його структура аналізувалися шляхом систематичних фенологічних спостережень з урахуванням стану розвитку рослин на ділянках дослідження. У ході цих спостережень реєстрували дати основних фаз розвитку рослин: від посіву до появи сходів, викидання волотей, цвітіння волотей і качанів, а також стадій молочної, воскової та повної стиглості зерна. Отримані дані сприяли визначенню тривалості та структури вегетаційного періоду для кожного гібрида [20].

Початок сходів визначали методом, за яким цей етап фіксувався при проростанні близько 15% рослин, а повні сходи встановлювалися при появі 75–80% усіх рослин шляхом підрахунку їх кількості. Для встановлення фаз стиглості зерна використовувався метод розкриття 1–2 листків обгортки качанів. У середній частині качана робили надріз довжиною 2–3 см і витягували 1–2 зернівки, за якими оцінювали фазу стиглості в залежності від інтенсивності забарвлення чорного шару.

Усі лінійні параметри рослин, включаючи висоту, довжину міжвузлів стебла, висоту прикріплення качана, кількість листків на одній рослині та інші характеристики, вимірювалися згідно з загальноприйнятими методиками для оцінки селекційного матеріалу кукурудзи. Структурний аналіз урожаю проводили на вибірці з 25 качанів у кожному повторенні досліду [37].

Для визначення елементів структури врожаю підраховували кількість зерен в одному ряду, кількість рядів зерен, а також вимірювали діаметр і довжину качана (аналіз здійснювався на 10 обраних качанах). Лінійні розміри

зернівок визначали шляхом точних вимірювань за допомогою штангель-циркуля. Вимірювання проводили для зернівок середньої частини качана, дотримуючись методичних рекомендацій. Для кожної зернівки фіксували ширину, товщину та довжину [43].

Масу 1000 зерен встановлювали шляхом зважування двох наважок по 500 зерен із середньої частини качанів одного генотипу. Зважування виконувалося з точністю до 0,01 г. Якщо різниця між масами двох наважок перевищувала 3%, проводилося додаткове зважування третьої наважки для отримання більш точних даних.

Потенціал високої продуктивності рослин кукурудзи визначається генетичними характеристиками онтогенезу. Проте реалізація цього потенціалу суттєво залежить від умов середовища, що впливають на індивідуальний розвиток рослин і формування максимальної врожайності [20].

Гібрид ЕС Якарі (ФАО 230) – гібрид кукурудзи для зернового використання чудово адаптований до вирощування в умовах стресу, завдяки високій стійкості до посухи та спеки. Підходить для пізніх термінів збирання і може успішно вирощуватися в умовах монокультури. Максимально ефективно розкриває свій потенціал за ощадливих технологій вирощування. Найкращі результати досягаються за оптимальних строків сівби.

Призначення: зерно, крупа. Тип гібрида: простий. Тип зерна: кременисто-зубовидний. ФАО: 230. Енергія початкового зростання: 7. Вологовіддача: 7. Стійкість до посухи: 9. Стійкість до вилягання: 8. Стійкість до пухирчастої сажки: 8. Стійкість до фузаріозу: 9. Стійкість до гельмінтоспоріозу: 7.

Рекомендована густина перед збиранням врожаю:

- У зонах достатнього зволоження: 70–80 тис. рослин на гектар.
- У зонах недостатнього зволоження: 65–70 тис. рослин на гектар.

Гібрид ЕС Перспектив (ФАО 240) – насіння кукурудзи забезпечує високий рівень рентабельності при використанні інтенсивних та середньо-інтенсивних технологій вирощування.

Група стиглості: середньорання. Тип зерна: кременисто-зубовидний. Напрямок використання: зерно.

Рекомендована густина посіву на момент збирання: за достатнього вологозабезпечення: 70–75 тис. рослин/га; за недостатнього вологозабезпечення: 60–65 тис. рослин/га.

Основні переваги гібрида ЕС Перспектив: Висока рентабельність вирощування у різних технологічних умовах. Швидка вологовіддача, що сприяє зменшенню витрат на досушування. Міцне стебло гарантує стійкість до вилягання, мінімізуючи втрати при зборі врожаю. Потужна коренева система дозволяє ефективно використовувати вологу та поживні речовини з глибоких шарів ґрунту.

Агронімічні характеристики насіння кукурудзи ЕС Перспектив включають: інтенсивну енергію початкового росту; відмінну здатність до вологовіддачі; високу посухостійкість; надійну стійкість до вилягання; стабільну толерантність до фузаріозу качана і стебла; високу резистентність до гелмінтоспоріозу; захист від пухирчастої та летючої сажки; придатність для культивування на піщаних і супіщаних ґрунтах.

Загальні рекомендації щодо вирощування: насіння кукурудзи ЕС Перспектив рекомендується використовувати у степових, лісостепових та поліських зонах. Найбільш оптимальними є строки сівби при прогріванні ґрунту до +10°C.

Гібрид ЕС Катамаран (ФАО 230) – тип гібриду: екстенсивний, пластичний, зерновий, тип зерна кременисто-зубовидний. Зони вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся. Забезпечує стабільну врожайність навіть у посушливих умовах. Знижує витрати на досушування завдяки швидкій вологовіддачі. Міцне стебло забезпечує високу стійкість до вилягання, що мінімізує втрати під час збирання урожаю. Компактна рослина та низьке кріплення качана сприяють зменшенню втрат при збиранні. Ефективно розкриває потенціал як у екстенсивній, так і в проміжній технології вирощування.

Основні переваги гібриду кукурудзи: гарантує стабільну продуктивність навіть за посушливих умов; зменшує витрати на післязбиральне сушіння завдяки високій швидкості вологовіддачі; висока стійкість до вилягання завдяки міцному стеблу, що скорочує втрати під час збирання; невисокий зріст культури та низьке розташування качана сприяють зручності механізованого збирання; адаптований до екстенсивних та проміжних технологій вирощування.

Густота посіву для збору врожаю: зона достатнього зволоження: 70–75 тис. рослин/га; зона недостатнього зволоження: 60–65 тис. рослин/га.

Агрономічні характеристики гібриду ЕС Катамаран: енергія початкового росту: 7/10; швидкість вологовіддачі: 8/10; посухостійкість: 9/10; стійкість до вилягання: 8/10; толерантність до хвороб: 9/10 – фузаріоз качана; 9/10 – фузаріоз стебла; 8/10 – гелмінтоспоріоз; 9/10 – пухирчаста сажка; 9/10 – летюча сажка. Рівень адаптації до вирощування на піщаних і супіщаних ґрунтах: 8/10.

2.3 Агротехніка вирощування культури у досліді

Для вирощування кукурудзи найбільше підходять попередники, що залишають у ґрунті значні запаси вологи, знижують кількість насіння бур'янів та не поділяють із кукурудзою спільних хвороб і шкідників. Це сприяє покращенню умов для її росту, а також дозволяє уникати проблем із бур'янами та захворюваннями [4].

Натомість найменш сприятливими попередниками для кукурудзи є культури, які активно використовують вологу та поживні речовини з ґрунту, поширюють хвороби й шкідників кукурудзи, або виділяють токсичні речовини через кореневу систему, що може гальмувати розвиток цієї рослини. Такі попередники негативно впливають на врожайність та здоров'я кукурудзи [25].

Кукурудзу можна вирощувати на одному і тому ж полі кілька років поспіль, проте, щоб уникнути уражень рослин хворобами та шкідниками, рекомендується змінювати культуру посіву кожні 3–5 років. Вибір попередників значною мірою залежить від природно-кліматичних умов регіону.

У Лісостепу, де розташоване ФГ, найкращими попередниками для кукурудзи є озимі та ярові зернові культури, зернобобові, багаторічні трави, та в умовах достатнього зволоження – навіть цукровий буряк [29]. Врахування цих факторів при плануванні сівозміни дозволяє створити оптимальні умови для вирощування рослин та мінімізувати ризики поширення хвороб і шкідників. У представленому дослідженні попередником кукурудзи виступала пшениця озима.

Механічна обробка ґрунту є ключовою для забезпечення сприятливих умов росту кукурудзи. Ця культура має потужну кореневу систему, що здатна проникати глибоко в ґрунт із широким розгалуженням біля основи коренів. Основна маса кореневої системи зазвичай перебуває в шарі до 30 см, тому під час обробки ґрунту необхідне глибоке розпушування. Оптимальна щільність ґрунту для вирощування кукурудзи становить 1,1–1,3 г/см³. При ущільненні до 1,35 г/см³ урожай кукурудзи може зменшитися на 20%, а при ущільненні 1,6 г/см³ втрати врожаю можуть досягати вже 40%. Таким чином, контроль відповідного рівня щільності ґрунту є важливим елементом у процесі вирощування культури [40].

Лушення ґрунту відіграє важливу роль у агротехнічних методах підготовки до вирощування кукурудзи. Завдяки лушенню верхній шар ґрунту розпушується, що сприяє збереженню вологості та покращує здатність ґрунту поглинати воду після літніх опадів. Також цей процес дозволяє подрібнити залишки рослин попередніх культур і бур'янів, засипати землею насіння бур'янів та обрізати їх коріння.

Цю операцію можна виконувати за допомогою різних видів техніки, включаючи дискові або лемішні лушильники, дискові борони, фрезерні знаряддя чи протиерозійні культиватори. Глибина лушення варіюється від 8–10 до 12–14 см. Додатково можна застосовувати поверхневу або безвідвальну обробку на глибину 25–27 см чи до рівня гумусового шару залежно від характеристики ґрунту та його стану [41].

Весняна передпосівна обробка ґрунту є ключовим етапом у підготовці до висіву сільськогосподарських культур. У ході цього процесу здійснюється вирівнювання поверхні ґрунту (боронування) за допомогою вирівнювачів або важких борін під кутом $45\text{--}50^\circ$ до напрямку попередньої обробки. Такий підхід дозволяє створити сприятливі умови для подальших агротехнічних операцій.

Не менш важливим заходом є передпосівна культивування. У випадках, коли ґрунт насичений коренепаростковими бур'янами, рекомендується виконати культивування на глибину 8–10 см. Наступний етап передбачає обробку на глибину заробки насіння, яка зазвичай становить 5–7 см. Цей прийом забезпечує ретельну підготовку ґрунту до посіву, знищення бур'янів і створення оптимального середовища для проростання насіння.

Внесення добрив може суттєво підвищити продуктивність кукурудзи – до 25%, а також сприяє підтримці балансу поживних речовин і рівня гумусу в ґрунті. Найважливішими елементами живлення для кукурудзи є азот (N), фосфор (P), калій (K), кальцій (Ca) і сірка (S). Недостатня кількість мікроелементів, зокрема цинку (Zn), може негативно впливати на розвиток культури. Наприклад, кукурудза дуже чутлива до дефіциту цинку, споживаючи його за період вегетації в обсязі 350–400 г/га [42].

Для формування 1 тонни основної продукції кукурудзи з ґрунту вилучається приблизно 23 кг азоту, 10 кг фосфору та 21 кг калію на кожен тону. Нестача цих макроелементів може стати причиною невідповідності прогнозованого врожаю реальним показникам. Тому важливо точно розрахувати дози добрив, аби забезпечити рослину всіма необхідними поживними речовинами. Для цього доцільно провести агрохімічний аналіз ґрунту, який допоможе визначити його потреби й належним чином скоригувати систему удобрення.

Для ефективного внесення добрив під кукурудзу рекомендується проводити основне удобрення фосфором (P) і калієм (K) восени. Навесні можна додавати азот (N) шляхом локального внесення або розкидним методом, а також використовувати комбіноване внесення NPK (азот, фосфор, калій) під час

ранньовесняної культивуації або з посівом. Для припосівного внесення радять застосовувати добрива в таких пропорціях: P10–15 або N10–15 P10–15. Це забезпечить культури кукурудзи поживними речовинами на різних етапах розвитку, що позитивно вплине на формування високих врожаїв [51].

У разі вирощування кукурудзи під оранку важливо додавати фосфорно-калійні суміші, такі як суперфосфат, фосфорне борошно, азотно-фосфорно-калійні добрива та хлорид калію, поряд із органічними добривами. Азотні добрива доцільно вносити навесні у різні фази росту рослин, залежно від обраної технології та запланованого врожаю: до посіву, під час сівби, для підживлення чи з поливною водою (на землях із зрошенням). Ключовим аспектом використання азотних добрив, зокрема карбаміду та карбамідно-аміачної суміші (КАС), є забезпечення їх пролонгованої дії. Для рідких азотних добрив, таких як КАС і аміачна вода, рекомендується застосування інгібіторів амоніфікації та нітрифікації. Одним з ефективних і доступних способів подовження дії азоту є додавання Thio-Sul (розчину тіосульфату амонію) у КАС. Ці заходи сприяють оптимізації використання добрив та підвищенню ефективності вирощування кукурудзи [40].

Позакореневе підживлення через листя та стебла дозволяє скоригувати норми та співвідношення поживних елементів під час вегетації рослин. Недостатнє надходження певних елементів через погодні фактори або їх дефіцит у ґрунті може спричинити не лише зниження урожайності, а й погіршення його якості. Усі поживні елементи взаємопов'язані й беруть участь у спільних процесах, кожен виконуючи свою унікальну функцію. Забезпечення рослин необхідним комплексом живлення критично важливе для їх здоров'я, активного росту та досягнення високих кількісних і якісних показників урожаю.

Для успішного посіву кукурудзи в умовах посушливого клімату та нестабільних погодних змін важливо застосовувати адаптивні та удосконалені технології вирощування. Одним із ключових факторів при виборі гібридів є показник ФАО, що визначає швидкість дозрівання культури. Різниця у 10 балів

еквівалентна різниці у 1-2 дні дозрівання. Необхідно обирати гібрид, який відповідає характеристикам конкретної зони, отримуючи оптимальну кількість опадів і температур для забезпечення повноцінного вегетаційного періоду кукурудзи.

Ефективне використання техніки в господарстві супроводжується правильним розподілом гібридів за їх ФАО. Посів кукурудзи є критично важливим етапом її вирощування. Від способу посіву залежить результативність урожаю. Основна класифікація посівних машин базується на типі висівної системи: вони бувають механічними або пневматичними. Належне налаштування сівалки має важливе значення для забезпечення рівномірного закладення насіння на задану глибину. Це сприяє однорідним сходам, відповідній густоті рослин на гектар та, зрештою, впливає на врожайність [51].

Ключовим аспектом є контроль швидкості висіву, яка повинна становити 5–7 км/год. Варто ретельно перевіряти якість висіву, звертаючи увагу на розкриття рядка, глибину та рівномірність розташування насіння. При теплій і вологій спадковій основі оптимальна глибина закладення насіння становить 5 см. У разі ранньої сівби за достатньої вологості ґрунту рекомендується зменшити глибину на 1–2 см, оскільки верхні шари прогріваються швидше. За недостатньої вологості насіння слід заглибити до вологого шару ґрунту – аж до 8–10 см. Урахування цих нюансів дозволяє створити оптимальні умови для росту кукурудзи та отримати високий врожай [41].

В Україні рекомендована густина посадки кукурудзи перед збиранням варіюється від 40 до 80 тисяч рослин на гектар. Для досягнення потрібної густоти вводять страхові надбавки насіння, які складають від 5–10% до 30–40% залежно від якості насіння, підготовки ділянки та класу сівалки. Маса посівного матеріалу на гектар зазвичай становить від 10 до 25 кг.

Важливо пам'ятати, що надмірне загушення посівів може спричинити підвищене використання вологи з ґрунту, посилення конкуренції за світло та ослаблення наливання зерна, що часто призводить до збільшення кількості

дрібних качанів. Для забезпечення рівномірного розміщення насіння у полі слід проводити сівбу зі швидкістю 4–7 км/год. Для пневматичних сівалок рекомендована швидкість становить 5 км/год, тоді як для механічних – не більше 7 км/год.

Щоб визначити оптимальну густоту посіву кукурудзи перед збиранням урожаю, необхідно детально ознайомитися з інформацією виробника насіння. Зазвичай там містяться рекомендації щодо норм висіву для конкретної зони вирощування та рівня вологозабезпечення.

Оптимальним терміном для сівби кукурудзи є момент, коли ґрунт на глибині загортання насіння стабільно прогріється до +10...12°C. Занадто рання або запізнена сівба може негативно вплинути на врожайність культури. Практика вирощування демонструє, що при ранніх термінах сівби (за прогрівання ґрунту до +8...10°C) рослини зацвітають швидше, ніж під час пізніших строків. Це дає змогу раннім посівам ефективніше використовувати запаси вологи в ґрунті й частково зменшити ризик впливу посухи в найбільш важливі фази вегетації. Якщо умови проростання насіння сприятливі та немає бур'янів, рання сівба (при +8...10°C) має значні переваги над пізньою.

Дослідження свідчать, що ранньостиглі та середньоранні форми кукурудзи зазвичай менш відчутно втрачають урожайність при запізненні із сівбою. Однак пізньостиглі гібриди краще реалізують свій генетичний потенціал у разі ранніх термінів сівби за температури ґрунту +8...10°C. При дотриманні таких умов усі біотиipi демонструють найменшу вологість зерна під час збирання. Проте при ранній сівбі важливо враховувати рівень холодостійкості обраного гібрида та застосовувати відповідні технологічні заходи захисту насіння, такі як інкрустація з використанням фунгіцидних протруйників, мікроелементів і регуляторів росту [40].

При визначенні строків сівби необхідно також враховувати можливість приморозків на початкових етапах розвитку рослин, оскільки вони можуть завдати значної шкоди надземній частині рослин. Для отримання однорідних сходів дуже важливо забезпечити достатню кількість продуктивної вологи у

посівному шарі ґрунту. Вміст продуктивної вологи в шарі 0–10 см під час сівби культури оцінюється як недостатній при показниках 7–8 мм, задовільний – 9–13 мм, добрий – 14–15 мм і більше.

Рекомендується розпочинати збирання кукурудзи на зерно у стані фізіологічної стиглості, коли рівень вологості зерна становить 35–40%. Для виконання цієї операції зазвичай використовуються зернозбиральні комбайни, серед яких часто вживаються марки Claas та John Deere.

Збирання кукурудзи із зменшеною вологістю сприяє зменшенню обсягів сушки зерна та зниженню виробничих витрат. Однак затримки в проведенні збиральних робіт слід уникати, оскільки це може уповільнити природний процес втрати вологи зерном, а також сприяти його повторному зволоженню через атмосферні опади. Крім того, потрапляння кукурудзи під вплив заморозків є небажаним явищем, адже це негативно позначається на якості продукції та її здатності до тривалого зберігання [51].

Оптимальним підходом є початок збирання врожаю з ранньостиглих або середньоранніх гібридів, що дозволяє пізнім гібридам знизити вологість свого зерна до бажаного рівня до початку їх збирання. Для досягнення стандартного рівня вологості вологе зерно кукурудзи може бути висушене за допомогою різних типів сушильного обладнання.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Біометричні показники гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив

Одним із ключових факторів для досягнення високої врожайності кукурудзи є ефективна система удобрення, що забезпечує рослинам необхідні поживні речовини протягом усього періоду вегетації. Адекватне постачання азоту, фосфору і калію сприяє активному росту, формуванню міцної кореневої системи, розвитку потужної листової маси та оптимальному утворенню генеративних органів.

Недостатнє забезпечення будь-яким із основних макроелементів може обмежити реалізацію генетичного потенціалу рослин, знижуючи їхню продуктивність і якість зерна. З іншого боку, надмірне застосування добрив, особливо азотних, може викликати надмірний вегетативний ріст, затримку дозрівання і зменшення стійкості рослин до стресових умов. Таким чином, визначення оптимальних норм внесення мінеральних добрив є одним із пріоритетів сучасного землеробства.

Упродовж 2024–2025 років у фермерському господарстві «Ямал», розташованому в Кременчуцькому районі Полтавської області, проводились польові дослідження з метою оцінки впливу різних норм внесення мінеральних добрив на ріст, розвиток та біометричні показники ранньостиглих гібридів кукурудзи. Перед посівом кукурудзи на дослідних ділянках вирощувалась пшениця озима (попередник). Технологія культивування здійснювалася за традиційною схемою з дотриманням рекомендованих агротехнічних заходів.

Основна мета дослідження полягала у визначенні закономірностей формування ключових біометричних характеристик рослин кукурудзи залежно від норм мінерального живлення, а також оцінці їхнього впливу на продуктивність гібридів. Висота рослин є одним із ключових морфологічних показників, які відображають інтенсивність ростових процесів та загальний фізіологічний стан посівів кукурудзи. Цей параметр тісно корелює з активністю

фотосинтетичного апарату, швидкістю обміну речовин і формуванням врожайності. На висоту рослин значно впливають як генетичні особливості обраних гібридів, так і режим живлення, зокрема забезпечення рослин основними елементами – азотом, фосфором і калієм. Висота рослин у роки досліджень подана у таблицях 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.1

Параметри висоти рослин ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024р)

Гібрид	ФАО	Висота рослин у фазі повної стиглості, см		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
ЕС Якарі	230	233,5	242,1	245,0
ЕС Перспектив	240	235,4	243,2	246,4
ЕС Катамаран	230	236,0	245,5	247,9

Аналізуючи показники з таблиці 3.1. можемо стверджувати, що збільшення доз внесення мінеральних добрив позитивно позначилося на зростанні всіх досліджуваних гібридів. Так, зі збільшенням дози азоту від 0 (контроль) до N₆₀P₆₀K₆₀ висота рослин у середньому зросла на 8–9 см, а при дозі N₉₀P₆₀K₆₀ приріст висоти склав 11–12 см порівняно з контролем. Це свідчить про стимулюючий вплив мінерального живлення на процеси росту, особливо на початкових етапах формування вегетативної маси.

Гібрид ЕС Якарі у контрольному варіанті мав висоту 233,5 см, при внесенні N₆₀P₆₀K₆₀ його висота збільшилася до 242,1 см (+8,6 см, або 3,7%). У разі підвищення дози азоту до N₉₀P₆₀K₆₀ висота досягла 245,0 см, що на 11,5 см (4,9%) більше за контрольний варіант.

Гібрид ЕС Перспектив виявився більш перспективним у плані генетичного потенціалу росту: на контролі його висота складала 235,4 см, при застосуванні N₆₀P₆₀K₆₀ – 243,2 см (+7,8 см), а при внесенні N₉₀P₆₀K₆₀ – 246,4 см (+11,0 см).

Найбільша реакція на підвищення рівня живлення була зафіксована у гібрида ЕС Катамаран. Його висота становила 236,0 см у контрольному варіанті, зросла до 245,5 см при дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та досягла 247,9 см при застосуванні $N_{90}P_{60}K_{60}$. Приріст висоти склав 11,9 см (5,0%).

Аналізуючи результати, слід зазначити, що у середньому найвищу висоту рослин демонстрував гібрид ЕС Катамаран. У всіх варіантах живлення він перевищував ЕС Якарі на 2–3 см і ЕС Перспектив на 1–2 см. Це підтверджує високий рівень його реакції на покращене мінеральне живлення, що створює передумови для формування більш розвиненої листкової поверхні та потенційно вищої врожайності.

Дослідження вказують на стійку тенденцію збільшення висоти рослин із підвищенням доз азоту в системі удобрення. Проте темпи приросту між варіантами $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{60}K_{60}$ дещо знижуються. Це свідчить про наближення до оптимальної дози добрив, коли подальше їх збільшення майже не впливає на ріст вегетативної маси.

Таблиця 3.2

Параметри висоти рослин ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2025р)

Гібрид	ФАО	Висота рослин у фазі повної стиглості, см		
		Контроль	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{60}K_{60}$
ЕС Якарі	230	231,0	231,5	232,4
ЕС Перспектив	240	231,5	231,7	232,7
ЕС Катамаран	230	232,2	233,0	233,9

Аналізуючи показники з таблиці 3.2. можемо стверджувати, що у 2025 році спостерігалися незначні зміни висоти рослин залежно від варіантів удобрення. Ранньостиглі гібриди кукурудзи реагували на внесення добрив слабо, приріст висоти порівняно з контролем становив лише 0,3–1,7 см. Це свідчить про сприятливі умови живлення на полі, які не обмежували ріст навіть без додаткового удобрення.

Гібрид ЕС Якарі у контрольному варіанті сягав висоти 231,0 см. При нормі удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ висота рослин зросла до 231,5 см, а при $N_{90}P_{60}K_{60}$ – до 232,4 см, приріст склав лише 1,4 см (0,6%). У гібриду ЕС Перспектив висота рослин збільшилась із 231,5 см (контроль) до 232,7 см при нормі удобрення $N_{90}P_{60}K_{60}$, приріст склав 1,2 см (0,5%). Гібрид ЕС Катамаран демонстрував найвищі показники серед досліджуваних варіантів – від 232,2 см (контроль) до 233,9 см при максимальній нормі удобрення, приріст відповідно склав 1,7 см (0,7%).

Мінеральне живлення позитивно впливало на ріст рослин, але ступінь його ефективності залишалася слабкою через насичення ґрунту елементами живлення або менш оптимальні погодні умови в період росту у 2025 році. Гібрид ЕС Катамаран забезпечував найвищу середню висоту рослин незалежно від рівня внесення добрив, що відображає його генетичний потенціал і підтверджує результати попереднього року. Різниця між гібридами за показниками висоти була мінімальною – лише 1–2 см, що свідчить про схожий темп розвитку та незначний вплив генетичних особливостей за даних умов вирощування.

Порівняно з результатами 2024 року, у 2025 році відзначалося зменшення варіації висоти рослин, що пов'язано з погодними факторами – меншою кількістю опадів або вищою температурою повітря під час активного росту. В цих умовах вегетативний розвиток рослин був частково обмежений. Водночас залишалася тенденція до незначного приросту висоти рослин зі збільшенням доз удобрення. Зростання норм внесення мінеральних добрив у межах $N_{60}P_{60}K_{60}$ – $N_{90}P_{60}K_{60}$ сприяло підвищенню висоти рослин на 0,5–1,5 см у порівнянні з контролем. Найвищу висоту у фазі повної стиглості продемонстрував гібрид ЕС Катамаран (до 233,9 см), підтверджуючи генетичну стабільність і якісну адаптивність до кліматичних умов Кременчуцького району. Слабка реакція рослин на удобрення свідчила про оптимальні загальні умови живлення у ґрунті чи вплив кліматичних факторів, що обмежували ріст. Загалом спостерігалася тенденція до збільшення висоти зі зростанням дози

добрив, але економічно доцільними були показники при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$, оскільки подальше підвищення норм удобрення суттєво не змінювало морфологічних показників рослин.

Дослідження висоти кріплення нижнього качана залежно від удобрення у роки досліджень представлено у таблицях 3.3. і 3.4.

Таблиця 3.3

Висота прикріплення нижнього качана в рослин ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024р)

Гібрид	ФАО	Висота прикріплення качана, см		
		Контроль	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{60}K_{60}$
ЕС Якарі	230	64	74	84
ЕС Перспектив	240	64	75	86
ЕС Катамаран	230	64	75	87

Аналіз отриманих даних вказує на те, що збільшення доз мінеральних добрив сприяло значному підвищенню висоти прикріплення качана у всіх досліджуваних гібридів. Застосування добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило приріст цього показника на 10–11 см порівняно з контролем, тоді як при внесенні дози $N_{90}P_{60}K_{60}$ висота прикріплення підвищилася в середньому на 22 см. Це свідчить про суттєвий вплив мінерального живлення на розвиток стебла, особливо в зоні міжвузлів нижньої частини рослини, де утворюється качан.

У гібриду ЕС Якарі висота прикріплення качана на контролі досягала 64 см, при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ цей показник зріс до 74 см, а за $N_{90}P_{60}K_{60}$ – до 84 см. Приріст у порівнянні з контролем становив 10 см (15,6%) та 20 см (31,3%) відповідно.

Для гібриду ЕС Перспектив відповідні показники склали 64 см на контролі, 75 см при внесенні добрива у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ і 86 см при дозі $N_{90}P_{60}K_{60}$. Приріст становив 11 см (17,2%) при $N_{60}P_{60}K_{60}$ і 22 см (34,4%) при $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Гібрид ЕС Катамаран продемонстрував приріст висоти прикріплення качана з 64 см (контроль) до 75 см (N₆₀P₆₀K₆₀) та 87 см (N₉₀P₆₀K₆₀), що відповідає збільшенню на 11 см (17,2%) і 23 см (35,9%) відповідно.

Отже, усі гібриди позитивно відреагували на підвищення рівня мінерального живлення, а найбільш яскраву реакцію проявив гібрид ЕС Катамаран, який забезпечив найвищу висоту прикріплення качана.

Таблиця 3.4

Висота прикріплення нижнього качана в рослин ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2025р)

Гібрид	ФАО	Висота прикріплення качана, см		
		Контроль	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀
ЕС Якарі	230	58	60	61
ЕС Перспектив	240	60	62	64
ЕС Катамаран	230	61	64	66

У 2025 р. всі показники для трьох гібридів значно нижчі, ніж у 2024 р. Навіть контрольний варіант: замість ~64 см у 2024 р. – 58–61 см у 2025 р. Це свідчить про вплив умов року (погодні, агротехнічні) або зміну реакції рослин на живлення. Вплив удобрення збережено, але виражений слабше. У 2025 р. підвищення норми добрив з контролю до N₆₀ і N₉₀ дало збільшення висоти прикріплення: ЕС Якарі: +2 см при N₆₀, +3 см при N₉₀. ЕС Перспектив: +2 см і +4 см відповідно. ЕС Катамаран: +3 см і +5 см відповідно. Різниця між гібридами існує, але невелика.

У N₉₀ варіанті: Катамаран – 66 см, Перспектив – 64 см, Якарі – 61 см. Тобто Катамаран має трохи вищу висоту прикріплення качана, що може бути перевагою з точки збирання. Зниження абсолютних величин у 2025 р. може бути зумовлене: менш сприятливими погодними умовами (менше опадів, високі температури).

Незважаючи на це, реакції на добрива збереглись – що підтверджує важливість мінерального живлення навіть у менш сприятливих умовах. Вища

висота прикріплення качана полегшує механізований збір і зменшує втрати при збиранні, особливо якщо рослини не вилягають. З огляду на те, що приріст за добривами в 2025 р. був меншим, ніж у 2024 р., господарствам доцільно враховувати: чи доцільно застосовувати найвищі дози добрив – ефект менш виражений. Для гібрида Катамаран виявлено найбільший приріст, отже цей гібрид найбільш чутливий до підвищеного живлення в умовах господарства.

Отже, у 2025 р. система удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{60}K_{60}$ сприяла підвищенню висоти прикріплення нижнього качана у всіх трьох гібридів, але ефект був слабкішим ніж у 2024 р. Найкращою реакцією на добрива відзначився гібрид ЕС Катамаран, тоді як ЕС Якарі мав найнижчі показники. Падіння абсолютних значень порівняно з минулим роком свідчить про те, що умови вирощування 2025 р. не сприяли максимальному росту стебла – що підкреслює важливість врахування річних змін в агротехнологіях.

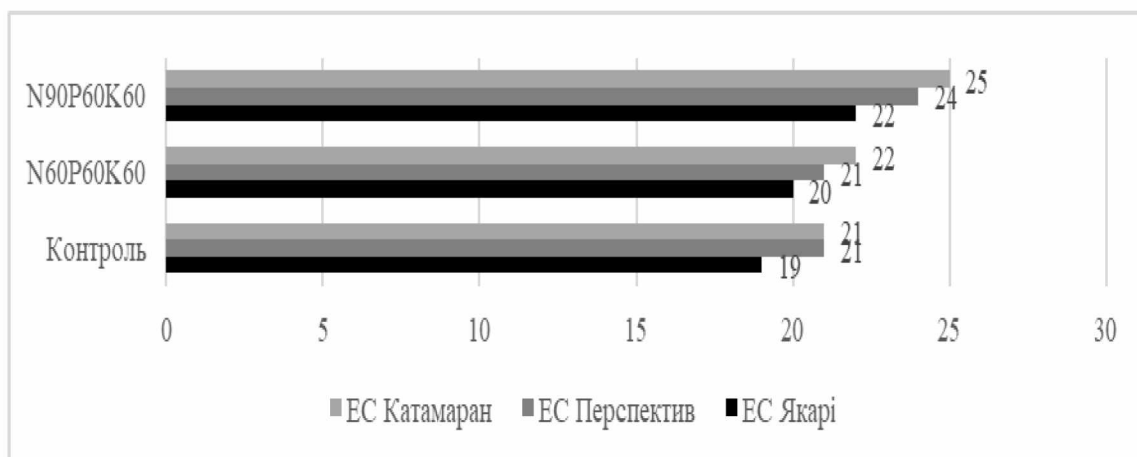
3.2 Аналіз елементів структури урожаю ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив

Ефективне використання генетичного потенціалу гібридів кукурудзи значною мірою визначається системою удобрення. Внесення мінеральних добрив не лише підвищує загальну урожайність, але й впливає на формування окремих елементів структури урожаю, таких як кількість та маса качанів на рослині, довжина і діаметр качана, маса 1000 зерен, що безпосередньо визначають об'єм продукції та її якість.

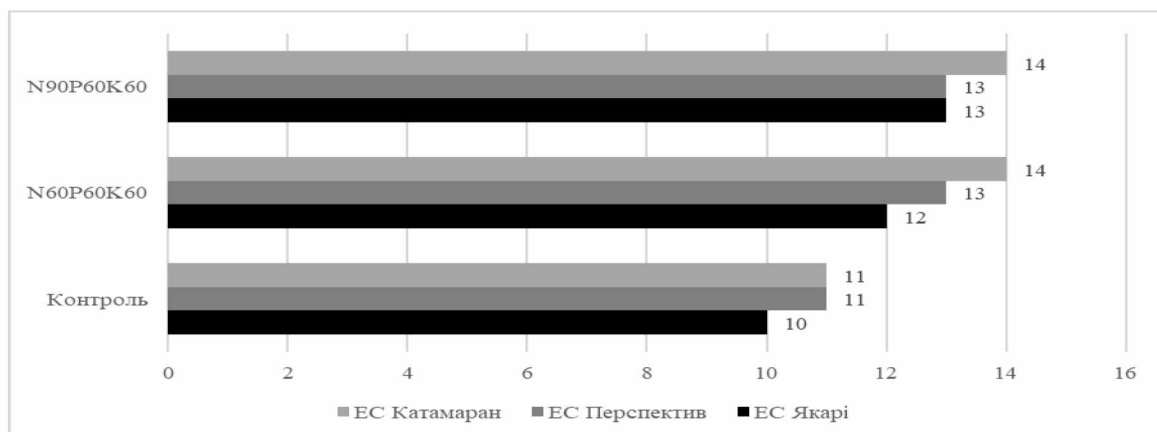
Дослідження 2024–2025 рр. у ФГ «Ямал» Кременчуцького району Полтавської області дозволили оцінити вплив різних норм внесення мінеральних добрив на формування елементів структури урожаю ранньостиглих гібридів кукурудзи. Аналіз отриманих даних дає змогу визначити, як зміни у системі живлення рослин впливають на реалізацію продуктивного потенціалу кожного гібриду та забезпечують максимальну економічну ефективність виробництва. Реалізація генетичного потенціалу ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення

характеризується елементами структури урожаю за роки досліджень, що представлені на рисунках 3.1 і 3.2.

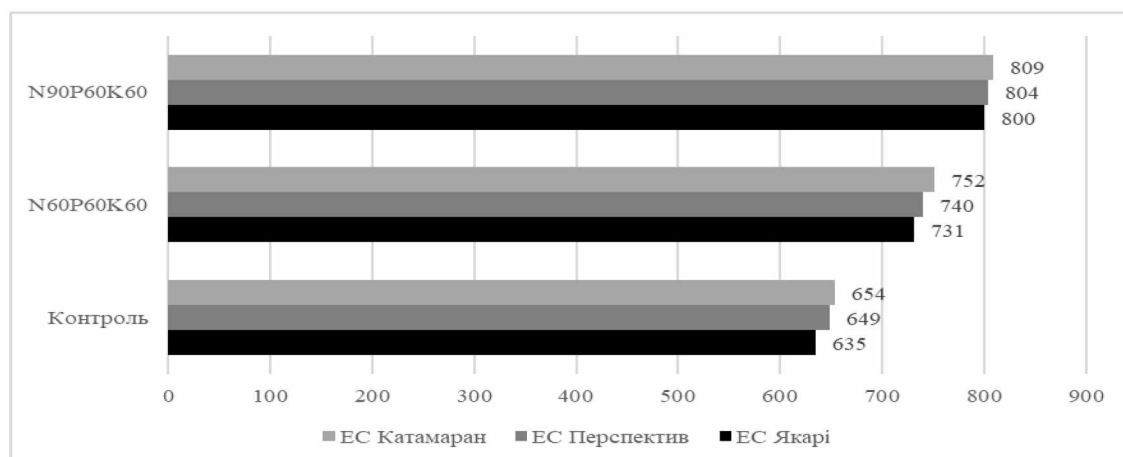
Довжина качана, см



Кількість качанів у ряді, шт



Кількість зерен у качані, шт



Маса 1000 зерен, г

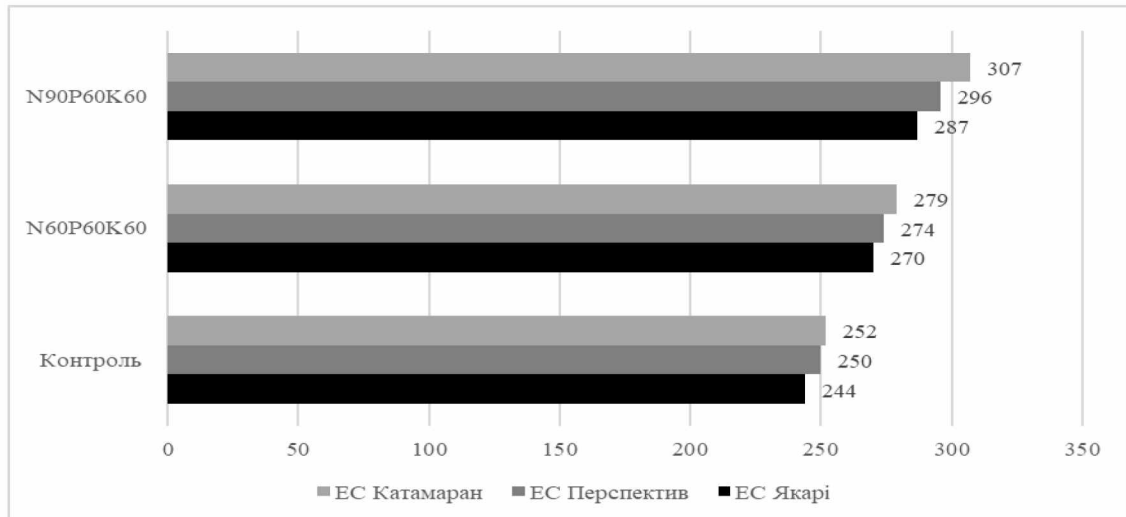


Рис. 3.1 Елементи структури урожаю кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024 рік)

Застосування добрив забезпечує збільшення довжини качана у всіх досліджуваних гібридів порівняно з контрольними показниками. Найбільше збільшення спостерігалось при використанні норми N90P60K60, яка характеризується найвищим вмістом азоту. При нормі добрив N60P60K60 довжина качана у гібридів ЕС Якарі та ЕС Катамаран зросла в середньому на 1 см, тоді як у гібрида ЕС Перспектив не було зафіксовано змін. Гібрид ЕС Якарі демонструє найменшу довжину качана незалежно від варіанту удобрення. Гібриди ЕС Перспектив та ЕС Катамаран мають однакову довжину качана у контрольних умовах (21 см). Найбільший приріст довжини спостерігається у гібрида ЕС Катамаран, який при збільшенні норми добрив до N90P60K60 досягає 25 см. Добрива позитивно впливають на довжину качана, причому найкращі результати досягаються при високих нормах азоту. Гібрид ЕС Катамаран демонструє найінтенсивнішу реакцію на підвищення норми азотних добрив і має найбільший приріст. Гібрид ЕС Якарі хоча і реагує на добрива, проте його результати залишаються нижчими порівняно з іншими досліджуваними гібридами.

Застосування добрив призводить до зростання кількості качанів у ряді у всіх гібридів порівняно з контролем. За умов внесення добрив у нормах

N60P60K60 і N90P60K60 спостерігається збільшення кількості качанів у всіх випадках. Найпомітніше зростання відмічено у гібрида ЕС Катамаран: від 11 качанів у контрольному варіанті до 14 при найвищій нормі добрив. Гібрид ЕС Якарі демонструє найменшу кількість качанів по всіх варіантах удобрення. Водночас гібрид ЕС Катамаран показує найкращі результати як у контрольному варіанті, так і при застосуванні добрив. Гібрид ЕС Перспектив займає середнє положення між Якарі та Катамараном.

Добрива позитивно впливають на кількість качанів у ряді, що сприяє підвищенню врожайності. Найчутливішим до збільшення доз азоту, фосфору й калію залишається гібрид ЕС Катамаран. Хоча показники гібрида ЕС Якарі залишаються найнижчими, навіть він демонструє приріст за рахунок удобрення.

Внесення добрив значно підвищує кількість зерен у качані для всіх досліджуваних гібридів. При переході від контролю до рівня N60P60K60 приріст становить в середньому 90 зерен для кожного з гібридів. Подальше збільшення кількості добрив до рівня N90P60K60 забезпечує додатковий приріст близько 60 зерен порівняно з варіантом N60P60K60. Гібрид ЕС Катамаран демонструє найбільшу кількість зерен у качані незалежно від рівня удобрення. Гібриди ЕС Перспектив і ЕС Якарі трохи поступаються за цим показником, але різниця мінімальна. Усі досліджувані гібриди добре реагують на підвищення норм внесення добрив.

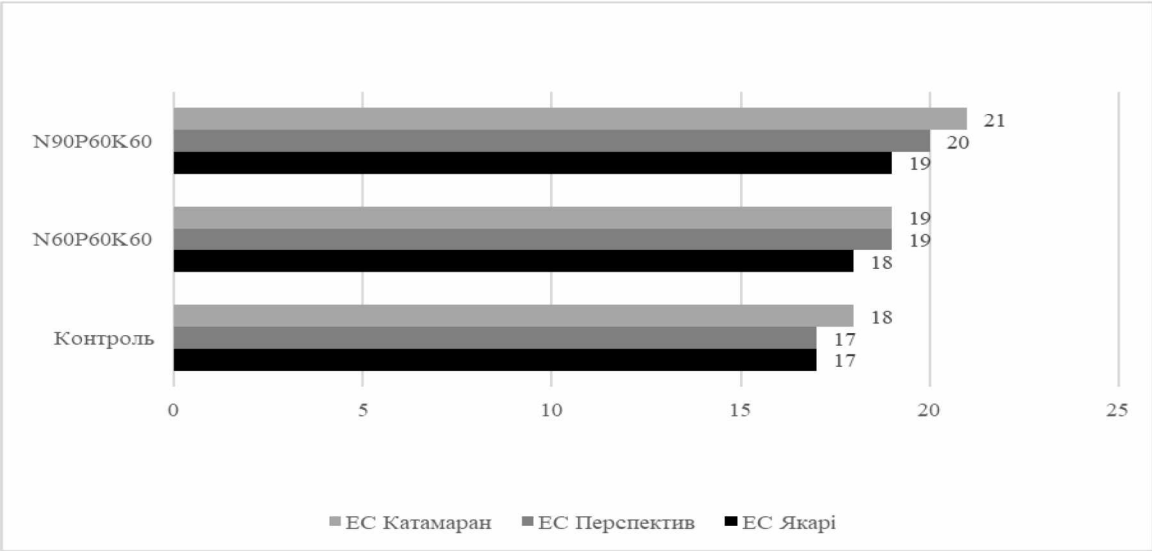
Підвищення норм азотних, фосфорних і калійних добрив значно покращує продуктивність гібридів за кількістю зерен у качані. Гібрид ЕС Катамаран є найпродуктивнішим у цьому показнику. Застосування рівня удобрення N90P60K60 виявляється найбільш ефективним для максимізації кількості зерен.

Внесення добрив сприяє підвищенню маси 1000 зерен у всіх досліджуваних гібридів. У порівнянні з контрольним варіантом, використання добрив у нормі N60P60K60 забезпечує приріст маси на 20–27 г. Збільшення кількості добрив до N90P60K60 додає ще 15–28 г до маси зерен, демонструючи

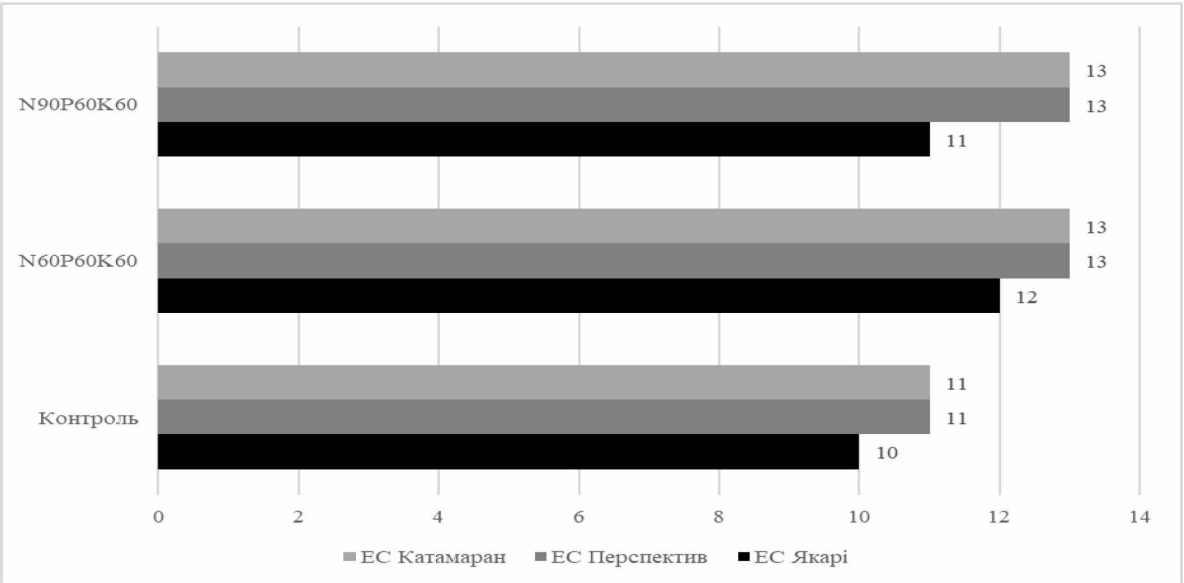
позитивну залежність від рівня удобрення. Гібрид ЕС Катамаран показує найвищу масу 1000 зерен серед усіх варіантів удобрення. Гібриди ЕС Перспектив і ЕС Якарі поступаються за цим показником, хоча різниця є незначною. Усі представлені гібриди показують позитивну реакцію на збільшення норм добрив.

Застосування добрив істотно покращує якість зерна, збільшуючи масу 1000 зерен. Гібрид ЕС Катамаран займає провідну позицію за даним показником. Для досягнення максимальної ефективності рекомендовано використовувати норму N90P60K60.

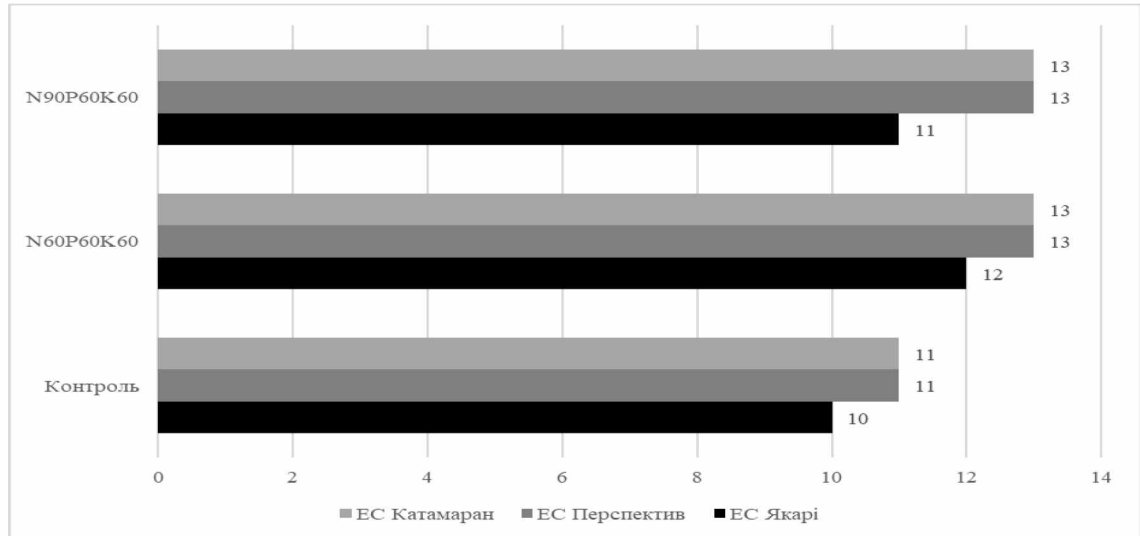
Довжина качана, см



Кількість качанів у ряді, шт



Кількість качанів у ряді, шт



Маса 1000 зерен, г

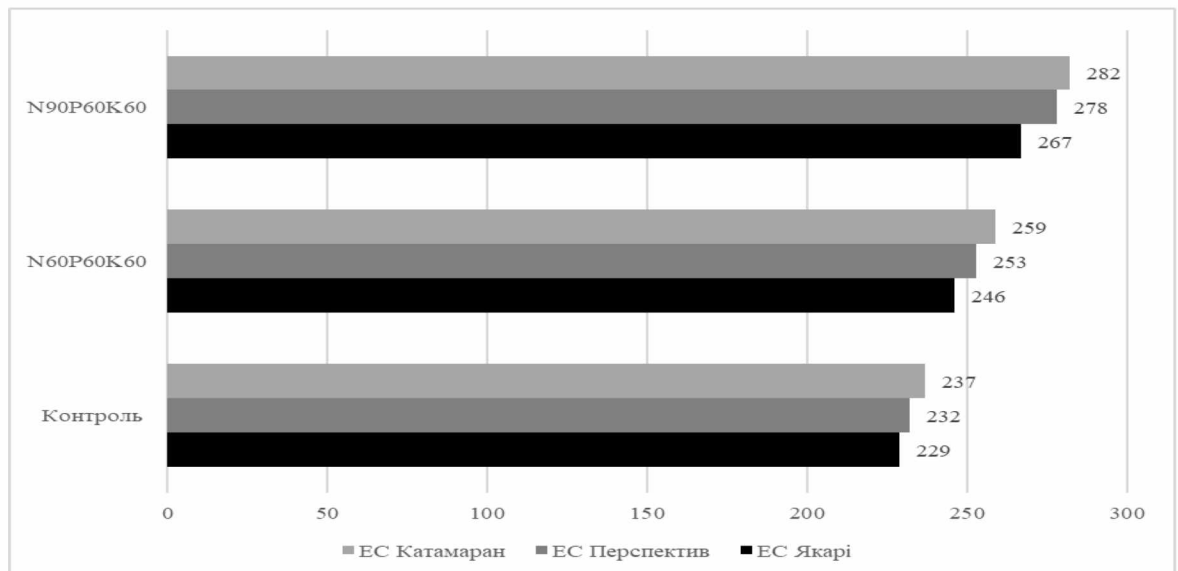


Рис 3.2 Елементи структури урожаю кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2025 рік)

Застосування добрив сприяє зростанню довжини качана у всіх досліджуваних гібридів порівняно з контролем. При переході від контролю до норми N60P60K60 спостерігається збільшення довжини качана на 1–2 см. Підвищення рівня удобрення до N90P60K60 додає ще 1 см до довжини качана. Серед усіх рівнів удобрення найбільшу довжину качана показує гібрид ЕС Катамаран. Гібрид ЕС Якарі демонструє найменші показники довжини качана. ЕС Перспектив займає проміжне положення за цим параметром. Використання добрив позитивно впливає на довжину качана, що може сприяти підвищенню

врожайності. Гібрид ЕС Катамаран є найбільш перспективним за показником довжини качана. Для досягнення максимального результату рекомендовано застосовувати норму добрив N90P60K60.

Гібриди ЕС Перспектив та ЕС Катамаран демонструють збільшення кількості качанів у ряді при внесенні добрив: від контролю (11 шт) до рівня N60P60K60 (13 шт), після чого цей показник залишається стабільним при підвищеній нормі до N90P60K60 (13 шт). У гібриду ЕС Якарі спостерігається зростання кількості качанів від контролю (10 шт) до N60P60K60 (12 шт), однак подальше збільшення норми добрив до N90P60K60 призводить до зниження цього показника до 11 шт. Гібриди ЕС Перспектив і ЕС Катамаран демонструють стійке підвищення та збереження високої кількості качанів за умови застосування добрив, навіть при підвищеній нормі. Для гібриду ЕС Якарі спостерігається менш стабільна реакція: після приросту при N60P60K60 кількість качанів знижується при збільшенні норми добрив до N90P60K60, що свідчить про можливу чутливість до надмірної кількості добрив. Застосування добрив загалом сприятливо впливає на кількість качанів у ряді у всіх досліджуваних гібридів. Оптимальною нормою для гібридів ЕС Перспектив і ЕС Катамаран є рівень N60P60K60 або вищий. Для гібриду ЕС Якарі перевищення норми добрив до рівня N90P60K60 не дає додаткових переваг у збільшенні кількості качанів, що може вказувати на наявність межі ефективності.

Внесення добрив суттєво збільшує кількість зерен у качані незалежно від гібрида. Переходячи від контролю до застосування N60P60K60, кількість зерен зростає приблизно на 85–93 одиниці. Додаткове збільшення дози до N90P60K60 сприяє приросту ще 24–22 зерен. Гібрид ЕС Катамаран демонструє найбільшу кількість зерен у качані при різних нормах удобрення. ЕС Перспектив має середні показники кількості зерен. ЕС Якарі характеризується найменшою кількістю зерен, однак також добре реагує на внесення добрив. Використання добрив N60P60K60 і N90P60K60 значно підвищує кількість зерен у качані. Серед гібридів найбільш продуктивним є ЕС Катамаран. Для

досягнення максимальної кількості зерен рекомендується норма добрив N90P60K60.

Застосування добрив суттєво збільшує масу 1000 зерен у всіх досліджуваних гібридів. Перехід від контролю до норми внесення N60P60K60 підвищує масу на 17–22 г. Подальше збільшення дози до N90P60K60 дає додатковий приріст у межах 21–25 г. Гібрид ЕС Катамаран демонструє найбільшу масу 1000 зерен в умовах будь-якого рівня удобрення. ЕС Перспектив займає середню позицію за цим показником. Гібрид ЕС Якарі має найнижчі значення, проте також показує позитивну динаміку у відповідь на підживлення. Застосування добрив у нормах N60P60K60 та N90P60K60 ефективно покращує якість зерна. Гібрид ЕС Катамаран визнано найбільш продуктивним за показником маси зерен. Максимальних результатів досягають при використанні норми N90P60K60.

Отже, для підвищення продуктивності всіх гібридів доцільно застосовувати добрива, оптимально N90P60K60. ЕС Катамаран є лідером і найбільш стабільним гібридом у різних роках.

3.3 Вплив системи удобрення на урожайність ранньостиглих гібридів кукурудзи

Урожайність кукурудзи значною мірою залежить від генетичного потенціалу гібридів та умов вирощування, серед яких система удобрення відіграє ключову роль. Особливо це важливо для ранньостиглих гібридів, які через короткий вегетаційний період мають обмежені можливості накопичувати енергію та формувати високі показники продуктивності.

Збалансоване поєднання макроелементів, таких як азот, фосфор і калій, сприяє покращенню живлення рослин, що позитивно впливає на морфологічні характеристики качана, кількість зерен та їх масу. У результаті це безпосередньо позначається на врожайності. Дослідження ефективності різних норм і схем внесення добрив є важливим кроком для розробки агротехнологій, які забезпечують максимальну продуктивність ранньостиглих гібридів залежно

від кліматичних і ґрунтових особливостей. Отже, вивчення впливу системи удобрення на продуктивність ранньостиглих гібридів кукурудзи надає змогу визначити оптимальні агротехнічні прийоми, які підвищують ефективність використання ресурсів та економічну вигідність вирощування цієї культури. Показники вологості зерна перед збиранням гібридів кукурудзи у 2024 році представлено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Вплив системи удобрення на вологість зерна гібридів кукурудзи перед збиранням (2024р)

Гібрид	ФАО	Вологість зерна перед збиранням, %		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
ЕС Якарі	230	16,0	16,3	16,5
ЕС Перспектив	240	17,0	17,1	17,1
ЕС Катамаран	230	17,3	18,0	18,1

З таблиці 3.5 бачимо, що у всіх досліджених гібридів помічено незначне підвищення рівня вологості зерна внаслідок застосування добрив. Зміна вологості від контрольного варіанту до N90P60K60:ЕС Якарі: +0,5%; ЕС Перспектив: +0,1%; ЕС Катамаран: +0,8%. Найнижчий показник вологості зерна демонструє ЕС Якарі (16–16,5%). Такий рівень сприяє покращенню умов зберігання та зменшенню витрат енергії на сушіння. ЕС Катамаран характеризується найвищою вологістю зерна (17,3–18,1%), що потребує врахування при організації процесів збору та сушіння. ЕС Перспектив має проміжний рівень вологості (17–17,1%), займаючи середню позицію серед гібридів. Система удобрення призводить до помірного збільшення вологості зерна перед збором урожаю. Найменше зростання показника у 2024 році помічено у ЕС Перспектив, найбільше – у ЕС Катамаран. При плануванні агротехнічних заходів слід враховувати зростання рівня вологості зерна через використання добрив, особливо для гібриду ЕС Катамаран.

Показники вологості зерна перед збиранням гібридів кукурудзи у 2025 році представлено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Вплив системи удобрення на вологість зерна гібридів кукурудзи перед збиранням (2025)

Гібрид	ФАО	Вологість зерна перед збиранням, %		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
ЕС Якарі	230	17,8	18,0	19,0
ЕС Перспектив	240	19,0	19,5	19,3
ЕС Катамаран	230	18,9	19,1	19,5

З таблиці 3.6 бачимо, що у всіх досліджуваних гібридів спостерігається підвищення вологості зерна порівняно з контролем при використанні добрив. Приріст вологості від контролю до рівня N90P60K60: ЕС Якарі: +1,2%; ЕС Перспектив: +0,3%; ЕС Катамаран: +0,6%. Найбільший приріст спостерігався у гібрида ЕС Якарі, що вказує на його значну чутливість до добрив у контексті накопичення вологи. Найнижчий рівень вологості зерна у контрольному варіанті показав гібрид ЕС Якарі (17,8%), а найвищий – ЕС Перспектив (19,0%). При внесенні добрив усі гібриди демонструють збільшення вологості до значень у діапазоні 19–19,5%, зокрема це помітно в ЕС Катамаран та ЕС Якарі. В 2025 році загальний рівень вологості зерна зріс у порівнянні з попереднім роком. Наприклад, у гібрида ЕС Якарі показник збільшився з 16,0–16,5% у 2024 році до 17,8–19,0% у 2025 році. Це може бути зумовлено специфікою погодних умов чи особливостями вегетації конкретного року. Внесення добрив впливає на зростання вологості зерна перед збиранням. Це важливий фактор, який слід враховувати при плануванні процесів збору врожаю та його подальшої сушки, особливо для гібридів ЕС Якарі та ЕС Катамаран. Гібрид ЕС Перспектив характеризується менш вираженою зміною вологості при застосуванні добрив, що може стати перевагою для забезпечення стабільності під час збирання врожаю.

Система удобрення гібридів кукурудзи спряла реалізації генетичного потенціалу та підвищенню урожайності. Показники 2024 року представлені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Урожайність зерна ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2024р)

Гібрид	ФАО	Урожайність зерна, т/га		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
ЕС Якарі	230	4,98	5,02	5,08
ЕС Перспектив	240	5,12	5,29	5,36
ЕС Катамаран	230	5,21	5,41	5,50
НІР _{0,05}		0,05	0,17	0,07

З таблиці 3.7 бачимо, що оптимальна норма добрив для підвищення урожайності ранньостиглих гібридів – N60P60K60. Подальше підвищення азоту до N90P60K60 дає менший приріст урожайності, що свідчить про зниження ефективності додаткового внесення добрив. Найвища урожайність та найбільший приріст спостерігаються у гібрида ЕС Катамаран: контроль 5,21 – N60P60K60 5,41 – N90P60K60 5,50 т/га. ЕС Якарі практично не реагує на внесення добрив, а ЕС Перспектив демонструє середній приріст.

У таблиці 3.8 подано показники урожайності кукурудзи у 2025 році.

Таблиця 3.8

Урожайність зерна ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2025 р.)

Гібрид	ФАО	Урожайність зерна, т/га		
		Контроль	N60P60K60	N90P60K60
ЕС Якарі	230	2,71	2,98	3,14
ЕС Перспектив	240	2,83	3,08	3,26
ЕС Катамаран	230	2,96	3,37	3,43
НІР _{0,05}		0,15	0,2	0,17

З таблиці 3.8 бачимо, що внесення добрив N60P60K60 значно підвищує урожайність усіх гібридів: ЕС Якарі: +0,27 т/га; ЕС Перспектив: +0,25 т/га; ЕС Катамаран: +0,41 т/га. Збільшення норми азоту до N90P60K60 дає менший приріст, ніж N60P60K60, і в більшості випадків не є статистично значущим, крім ЕС Перспектив (+0,18 т/га, значущий). Найбільшу урожайність та найвищу ефективність добрив показав гібрид ЕС Катамаран, який з контролю 2,96 т/га виріс до 3,37 т/га при N60P60K60. ЕС Якарі та ЕС Перспектив показують меншу реакцію на додаткове підвищення норми азоту (N90P60K60).

Отже, у 2025 році загальна урожайність нижча порівняно з 2024 роком, проте принципи впливу удобрення залишаються незмінними. Норма удобрення N60P60K60 забезпечує найефективніше підвищення врожайності для всіх гібридів. Дозування N90P60K60 дає менш виражений або несуттєвий додатковий ефект, за винятком гібрида ЕС Перспектив у 2025 році. Гібрид ЕС Катамаран демонструє найвищу врожайність і найбільшу чутливість до внесення добрив у обох досліджуваних роках.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

Вирощування кукурудзи є ваговою складовою зернового господарства України, адже це універсальна сировина, що знаходить застосування у комбікормовій, харчовій, медичній, мікробіологічній та переробній галузях. Крім того, зерно кукурудзи слугує високоефективним джерелом енергії для промислового виробництва біоетанолу, завдяки чому має вагоме значення для різних секторів промисловості.

Підвищення інтенсивності вирощування кукурудзи та впровадження сучасних інновацій в селекції й насінництві суттєво впливають на економічну ефективність цієї культури. Ефективне використання генетичного потенціалу кукурудзи та впровадження новітніх високопродуктивних гібридів, стійких до несприятливих умов і хвороб, дозволяють підвищити врожайність на 20–25%. Оновлення асортименту насіння високих репродукцій також сприяє покращенню економічних результатів у вирощуванні цієї культури [24].

Гібриди кукурудзи різних груп стиглості характеризуються відмінним рівнем вологості зерна на момент збору врожаю. Ранньостиглі гібриди демонструють нижчий рівень вологості, тоді як середньо- та пізньостиглі види мають вологість зерна у 1,5–2,0 рази вищу [29].

Для оцінювання виробничої ефективності гібридів кукурудзи враховували такі показники: витрати на гектар з урахуванням сушіння зерна, собівартість одиниці продукції та отриманий прибуток. Особливу увагу приділяли рівню рентабельності, який визначається як співвідношення прибутку до собівартості. Це дає змогу інтегровано оцінити всі ключові фактори [30]. Розрахунки економічних витрат на гектар посіву, включно із собівартістю продукції, виконувались відповідно до типової технології вирощування кукурудзи в умовах Лісостепу. Такий методологічний підхід дозволяє оцінити ефективність вирощування культури і ухвалювати

обґрунтовані рішення щодо оптимізації складу гібридів для покращення економічних результатів [26].

Результативність використання сучасних гібридів безпосередньо залежить від правильного вибору гібридів, оптимальної густоти посадки, дозування добрив і організації систем зрошення. При створенні сортових технологій необхідно ретельно досліджувати ці аспекти. Крім того, слід враховувати вплив несприятливих метеорологічних умов вегетаційного періоду на очікуваний врожай сучасних гібридів кукурудзи в степових зонах [27].

Виробничі витрати були прораховані з урахуванням чинних норм і цін у Полтавській області. Вартість продукції розраховувалась за середньою біржовою ціною на 2025 рік, де реалізаційна вартість кукурудзи становила 8600 грн/т (Полтавська обл. Гадяцький елеватор). Застосування такого підходу забезпечує точний облік витрат і визначення кінцевої вартості продукції, відповідаючи реальним умовам та ринковим показникам. Це сприяє об'єктивній оцінці ефективності виробництва гібридів кукурудзи в конкретному регіоні.

Економічна оцінка результатів польового дослідження враховувала реальні виробничі умови Полтавської області та актуальні цінові показники станом на 2025 рік. Завдяки такому підходу забезпечено достовірність і практичну значущість отриманих результатів, що дозволяє визначити рівень рентабельності вирощування різних гібридів кукурудзи в умовах сучасного ринку. Показники економічної ефективності системи удобрення у польовому експерименті подана у таблицях 4.1, 4.2, 4.3.

Усі виробничі витрати були розраховані відповідно до актуальних норм використання ресурсів, агротехнологічних карт і поточних цін на матеріально-технічні ресурси в регіоні. Середня реалізаційна ціна зерна кукурудзи становила 8600 грн за тонну, що відповідає біржовим показникам Гадяцького елеватора (Полтавська область). Це забезпечило об'єктивну оцінку економічної ефективності виробництва з урахуванням регіональних особливостей.

Таблиця 4.1

**Економічна ефективність виробництва гібридів кукурудзи у досліді
(2025 рік)**

Гібрид	Контроль				
	Урожайність, т/га	Вологість, %	Вартість продукції з 1 га, грн.	Виробничі витрати грн/га	Рентабельність, %
ЕС Якарі	2,71	17,8	23306	24018,8	-2,97
ЕС Перспектив	2,83	19,0	24338	24041,4	1,23
ЕС Катамаран	2,96	18,9	25456	24065,9	5,78

У контрольному варіанті дослідження середня врожайність гібридів варіювалася від 2,71 до 2,96 т/га, що демонструє різницю у генетичному потенціалі сортів та їх адаптивність до ґрунтово-кліматичних умов. Максимальну врожайність показав гібрид ЕС Катамаран (2,96 т/га), що на 0,25 т/га (9,2%) перевищує результат найменш продуктивного гібрида – ЕС Якарі (2,71 т/га).

Вологість зерна при збиранні становила 17,8–19,0%, що свідчить про незначні відмінності між гібридами за швидкістю втрати вологи. Цей фактор впливає на витрати на сушіння та, відповідно, на собівартість продукції.

З урахуванням врожайності та реалізаційної ціни, вартість валової продукції з 1 га коливалася у межах 23 306 грн (ЕС Якарі) до 25 456 грн (ЕС Катамаран). Витрати на виробництво залишалися відносно стабільними – близько 24 000 грн/га, що дозволяє точно оцінити вплив урожайності на прибутковість. Лише гібрид ЕС Катамаран забезпечив позитивний економічний ефект, однак рівень його рентабельності залишився низьким (5,78%), що свідчить про слабку чутливість прибутку до змін врожайності чи ринкових цін.

В умовах економіки Полтавської області, за ціни кукурудзи 8600 грн/т, вирощування більшості досліджених гібридів наближається до межі рентабельності. Основним чинником прибутковості залишається рівень врожайності – навіть невелике його покращення (на 0,1–0,2 т/га) може суттєво вплинути на фінансовий результат, перетворивши збитки на прибуток.

Гібрид ЕС Катамаран можна рекомендувати як економічно вигідний для вирощування в умовах цього регіону, тоді як гібрид ЕС Якарі продемонстрував недостатній економічний ефект.

Для підвищення загальної ефективності виробництва доцільним є впровадження оптимізованих систем удобрення, які сприятимуть збільшенню врожайності без значного зростання витрат. З огляду на низький рівень рентабельності, подальші дослідження мають бути зосереджені на впровадженні ресурсозберігаючих технологій та підвищенні адаптивності гібридів до місцевих умов.

Таблиця 4.2

**Економічна ефективність виробництва гібридів кукурудзи у досліді
(2025 рік)**

Гібрид	Фон удобрення N60P60K60				
	Урожайність, т/га	Вологість, %	Вартість продукції з 1 га, грн.	Виробничі витрати грн/га	Рентабельність, %
ЕС Якарі	2,98	18,0	25628	24769,6	3,47
ЕС Перспектив	3,08	19,5	26488	24788,5	6,86
ЕС Катамаран	3,37	19,1	28982	24843,0	16,66

Для аналізу впливу системи удобрення на економічні показники виробництва кукурудзи було розглянуто результати польового досліді 2025 року з використанням мінеральних добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀. Розрахунки проводилися з урахуванням середньої біржової ціни на кукурудзу для

Полтавської області (8600 грн/т), що гарантує актуальність і об'єктивність зроблених висновків.

Використання мінеральних добрив суттєво підвищило урожайність усіх гібридів порівняно з контрольним варіантом (без застосування добрив). Урожайність зросла до 2,98–3,37 т/га, що на 0,27–0,41 т/га або 9,9–13,9% перевищує показники контролю (2,71–2,96 т/га). Максимальну урожайність продемонстрував гібрид ЕС Катамаран (3,37 т/га), який був лідером і в контрольному варіанті.

Урожайність зросла без значного впливу на вологість зерна, яка при збиранні варіювалася від 18,0% до 19,5%. Підвищення продуктивності позитивно вплинуло на вартість валової продукції: доходи з 1 га склали 25 628–28 982 грн, що на 2 300–3 500 грн більше порівняно з контрольним варіантом.

Витрати на виробництво кукурудзи у варіанті з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ дещо збільшилися – в середньому на 700–800 грн/га. Це пояснюється витратами на мінеральні добрива та додатковими операціями. Проте ці додаткові витрати були компенсовані приростом урожаю і валового доходу, доводячи економічну доцільність такої технології. Завдяки удобренню рентабельність виробництва кукурудзи зросла порівняно з контролем (де вона становила в межах –2,97 до 5,78%). Максимальне економічне зростання показав гібрид ЕС Катамаран, рентабельність якого збільшилася втричі – з 5,78% до 16,66%, демонструючи його найвищий відгук на застосування добрив.

Порівняльний аналіз економічних показників контрольного та дослідного варіантів свідчить, що внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечує додатковий прибуток з кожного гектара у межах 1500 –3000 грн залежно від гібрида. Найкращий фінансовий результат продемонстрував гібрид ЕС Катамаран – чистий прибуток сягнув близько 4 139 грн/га, що ілюструє оптимальне співвідношення вкладень і віддачі.

Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ можна вважати економічно доцільним заходом, який істотно підвищує як урожайність, так і рівень рентабельності вирощування кукурудзи. У середньому рентабельність

зростає на 5–11 відсоткових пунктів, що свідчить про позитивний вплив удобрення на економічну стабільність виробництва.

Серед досліджуваних гібридів найвища економічна ефективність була зафіксована у гібрида ЕС Катамаран – він забезпечив найкращу урожайність (3,37 т/га) і найвищий рівень рентабельності (16,66%). Гібрид ЕС Перспектив демонстрував стабільну, але помірну прибутковість, яка робить його оптимальним для вирощування за середнього агрофону.

Таблиця 4.3

Економічна ефективність виробництва гібридів кукурудзи у досліді (2025 рік)

Гібрид	Фон удобрення N90P60K60				
	Урожайність, т/га	Вологість, %	Вартість продукції з 1 га, грн.	Виробничі витрати грн/га	Рентабельність, %
ЕС Якарі	3,14	19,0	27004	24799,8	8,89
ЕС Перспектив	3,26	19,3	28036	24822,3	12,95
ЕС Катамаран	3,43	19,5	29498	24854,3	18,68

Збільшення дози азоту з 60 до 90 кг/га за стабільних доз фосфору і калію позитивно вплинуло на продуктивність гібридів. Урожайність підвищилася до 3,14–3,43 т/га, що перевищує контрольні показники (2,71–2,96 т/га) на 0,43–0,47 т/га або на 15–16%. Порівняно з варіантом N₆₀P₆₀K₆₀ приріст урожаю склав 0,06–0,18 т/га (2–5%).

Найкращу урожайність забезпечив гібрид ЕС Катамаран із показником 3,43 т/га. Гібрид ЕС Перспектив також продемонстрував стабільну продуктивність – 3,26 т/га. Найменш значну реакцію на підвищення дози добрив виявив ЕС Якарі, хоча його урожайність збільшилася до 3,14 т/га.

Підвищення рівня живлення практично не позначилося на вологості зерна (19,0–19,5%), що свідчить про відсутність негативного впливу добрив на дозрівання культури.

Покращення урожайності призвело до зростання вартості валової продукції до 27 004–29 498 грн/га – це на 1 500–2 000 грн/га більше порівняно з рівнем $N_{60}P_{60}K_{60}$. Виробничі витрати залишилися майже незмінними – у межах 24 800–24 850 грн/га, що демонструє економічну доцільність додаткових витрат на азот. Додаткове внесення 30 кг/га азоту забезпечило приріст доходу без суттєвого підвищення собівартості. Усі досліджувані гібриди показали значне зростання економічної ефективності при збільшенні дози азотного живлення.

Найбільшу прибутковість мав гібрид ЕС Катамаран, де рентабельність досягла приблизно 18–19%, що на 13 пунктів більше, ніж у контролі без удобрення.

Аналіз результатів демонструє чіткий взаємозв'язок: зі збільшенням доз добрив зростають як урожайність, так і економічна ефективність. Водночас темпи приросту рентабельності поступово сповільнюються, що свідчить про наближення до оптимального рівня азотного живлення.

Перехід від контролю до $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшив рентабельність у середньому на 8,5 п.п., підвищення дози азоту до N_{90} додало ще 3–4 п.п. Таким чином, збільшення доз добрив є економічно виправданим, хоча ефект від подальшого підвищення доз обмежений.

Удобрення за схемою $N_{90}P_{60}K_{60}$ забезпечує максимальну урожайність і рентабельність серед усіх досліджених варіантів. Гібрид ЕС Катамаран демонструє найкращі результати з урожайністю 3,43 т/га та рентабельністю близько 18,7%, підтверджуючи його високий потенціал ефективного засвоєння поживних елементів.

Отже, підвищення дози азоту на 30 кг/га є економічно доцільним, адже додаткові витрати повністю компенсуються зростанням урожайності та прибутку. Гібрид ЕС Перспектив також стабільно реагує на підвищене

живлення, забезпечуючи прибутковість понад 12%. Для ЕС Якарі, попри менший рівень віддачі, внесення добрив $N_{90}P_{60}$.

Удобрення істотно підвищує економічну ефективність виробництва кукурудзи. Застосування мінеральних добрив забезпечує приріст урожайності на 9–16% та підвищення рентабельності у 2–4 рази.

Найефективнішою системою удобрення виявилася $N_{90}P_{60}K_{60}$, яка дозволила досягти найвищих показників урожайності й прибутковості при незначному зростанні витрат.

Подальше збільшення доз добрив понад цей рівень може бути економічно недоцільним, оскільки ефект від приросту урожайності зменшується.

Серед гібридів найбільш доцільним для вирощування в умовах Полтавської області є ЕС Катамаран, який забезпечує найвищу стабільну рентабельність у всіх системах живлення.

Застосування удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ також є економічно виправданим варіантом для господарств із обмеженими ресурсами, оскільки дозволяє досягти рентабельності 6–17% при помірних витратах.

Отримані результати свідчать, що оптимізація системи живлення кукурудзи є дієвим інструментом підвищення ефективності виробництва без суттєвого зростання собівартості.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що застосування системи удобрення $N_{90}P_{60}K_{60}$ є найбільш ефективним у виробничих умовах Полтавської області, оскільки забезпечує найвищий рівень урожайності та рентабельності. Найкращим за економічними показниками є гібрид ЕС Катамаран, який можна рекомендувати для широкого впровадження у виробництво як найбільш продуктивний та економічно доцільний.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Відповідно до реалізації положень екологічної експертизи та безпеки ФГ «Ямал» Кременчуцького району Полтавської області поставлено наступні завдання: визначення рівня екологічного ризиків та оцінка впливу діяльності підприємства та екологічної експертизи на стан довкілля та здоров'я людей; оцінка ефективності заходів охорони природного середовища та підготовка обґрунтованих висновків екологічної експертизи.

У своїй сільськогосподарській діяльності підприємство керується екологічним законодавством України, а саме:

1. Закон України «Про пестициди і агрохімікати» (оновлено 2023р. (3221-IX), 2024 (4017-IX) регламентує обіг, застосування, зберігання та утилізацію засобів захисту рослин. Передбачає: державну реєстрацію всіх пестицидів; дотримання норм і регламентів внесення; обов'язкове навчання працівників; утилізацію тари тільки через ліцензовані організації.

2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (оновлення у 2022 році №2321-IX) визначає обов'язки підприємств щодо: раціонального використання природних ресурсів; попередження забруднення довкілля; екологічного контролю та моніторингу; оцінки впливу на довкілля (ОВД) [22].

3. Закон України «Про охорону земель» зобов'язує: дотримуватись вимог щодо збереження родючості ґрунтів; проводити агрохімічну паспортизацію земель; уникати забруднення та деградації ґрунтів.

4. Водний та Земельний кодекси України: дотримання меж земельної ділянки; правильне сільськогосподарське використання (без ерозії, забруднення); збереження гідрологічного режиму.

5. Закон України «Про охорону атмосферного повітря»: контроль за використанням оприскувачів; недопущення розпилення речовин за межами поля; застосування техніки, що відповідає нормам викидів.

6. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» (ОВД): розглядаються: потенційні ризики для ґрунтів, води, повітря; заходи пом'якшення впливу; зауваження громадськості.

7. Закон України «Про відходи» визначає правила поводження з відходами, у тому числі: залишками пестицидів; тарою від засобів захисту рослин; використаними матеріалами. Підприємства зобов'язані вести облік, сортування та передачу відходів для утилізації або знешкодження. 8. Державні санітарні норми, ДСТУ, інструкції, регламенти застосування ЗЗР: ДСТУ 4094-2002 – охорона ґрунтів; Санітарні правила при зберіганні та транспортуванні пестицидів; Перелік дозволених до використання ЗЗР.

Агродіяльність безпеки ФГ «Ямал» Кременчуцького району Полтавської області має безпосередній вплив на довкілля, а саме:

1. Вплив на атмосферне повітря: основним джерелом є викиди летких органічних сполук (ЛОС) під час приготування робочих розчинів пестицидів та їх внесення в поле (оприскування). Також можливі пилові викиди від транспорту та техніки. При недотриманні техніки безпеки та норм застосування – можливе утворення токсичних аерозолів, шкідливих для людей і тварин [21].

Заходи мінімізації впливу, що рекомендуються господарству: використання техніки з закритими системами подачі добрив; проведення обробок у безвітряну або маловітряну погоду; навчання персоналу.

2. Вплив на ґрунти: потрапляння залишків добрив у ґрунт під час обробки посівів; порушення норм внесення та недотримання сівозміни. Можливе накопичення стійких хімічних сполук, які змінюють мікробіологічну активність ґрунту, порушують гумусовий баланс. При тривалому застосуванні – ризик зниження родючості, ураження наступних культур (фітотоксичність).

Заходи мінімізації впливу: застосування рекомендованих норм і сучасних малотоксичних препаратів; контроль рН ґрунту, вологості, дотримання періоду розпаду добрив; проведення агрохімічного аналізу ґрунтів.

3. Вплив на водні ресурси: змив гербіцидів у водойми чи ґрунтові води під час дощів або поливу; неправильне миття техніки поблизу водних джерел.

Потрапляння у воду навіть малих кількостей добрив може бути токсичним для гідробіонтів (риби, водорості). Є також ризик забруднення питної води у разі порушення санітарних зон [23].

Заходи мінімізації впливу: дотримання санітарно-захисних зон від джерел водопостачання; заборона обробок біля каналів, річок і водойм; створення захисних лісосмуг і буферних зон.

4. Поводження з відходами: порожні контейнери з-під добрив та пестицидів; залишки розчинів, промивні води після очищення техніки. Контейнери можуть бути джерелом забруднення при неналежному зберіганні або спалюванні. небезпечні речовини можуть потрапити у ґрунт і воду.

Заходи мінімізації впливу: використання лише сертифікованих засобів і тари; повернення тари постачальнику або передача на утилізацію спеціалізованим підприємствам; заборона зливу залишків у відкритий ґрунт чи каналізацію.

Технологія гербіцидного захисту є ефективним агротехнічним заходом, проте потребує суворого контролю за дотриманням екологічних норм і регламентів. Комплексний підхід до оцінки впливу та впровадження заходів мінімізації ризиків дозволяє забезпечити екологічну безпеку та сталий розвиток аграрного виробництва.

Екологічними ризиками системи удобрення кукурудзи є забруднення ґрунтів через ризик накопичення залишкових кількостей добрив у ґрунті. Як наслідок – порушення мікробіологічної активності; зниження родючості ґрунту.

Технологія при вирощуванні кукурудзи має потенціал до створення серйозного екологічного навантаження, якщо не дотримуватися агротехнічних та екологічних норм. Тому важливо: застосовувати обґрунтовану систему удобрення; дотримуватися регламентів застосування добрив; впроваджувати моніторинг стану ґрунтів, води і біорізноманіття [44].

Заходи з екологічної безпеки при удобренні кукурудзи:

1. Вибір безпечних і сертифікованих препаратів – застосування добрив, дозволених до використання в Україні та сертифікованих відповідно до

екологічних норм. Перевага надається малотоксичним, біологічно розкладним препаратам.

2. Дотримання регламентів внесення – внесення добрив у встановлені агротехнічні строки, з урахуванням фази розвитку соняшника; точне дозування відповідно до інструкції.

3. Захист довкілля під час обробки – створення буферних зон біля водойм, лісосмуг, населених пунктів; встановлення санітарно-захисних зон (не менше 300 м від житлових будівель); застосування сучасної техніки з системами антидрейфу для мінімізації потрапляння добрив на сусідні ділянки.

4. Контроль та моніторинг – проведення агрохімічного аналізу ґрунту і води для виявлення залишків добрив; ведення журналів обліку використання добрив та ЗЗР (засобів захисту рослин); оцінка ефективності та залишкової дії добрив після збирання урожаю.

5. Підготовка персоналу – навчання працівників правилам застосування, зберігання та утилізації залишків добрив; проведення інструктажів з охорони праці та техніки безпеки; видача засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

6. Поводження з відходами – організація відповідного місця зберігання порожньої тари; укладання договорів з ліцензованими підприємствами для утилізації ЗЗР та тари; заборона спалювання або викидання тари на території господарства.

7. Впровадження інтегрованого захисту рослин (ІЗР) – комбінування гербіцидної технології з механічними методами (лущення стерні, міжрядна обробка); агротехнічними прийомами (правильна сівозміна, конкурентоздатні сорти).

8. Інформування громади – повідомлення місцевого населення про строки і умови обробки; встановлення попереджувальних знаків у місцях обробки полів [47].

Керівник ФГ «Ямал» Кременчуцького Полтавської області несе відповідальність за екологічну безпеку виробництва. Комплексне виконання

вищезазначених заходів дозволяє знизити екологічні ризики, зберегти родючість ґрунтів, захистити довкілля та здоров'я людей.

Для ефективного упровадження екологозберігаючих заходів важливим аспектом є проведення екологічної експертизи, як виду науково-практичної діяльності, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно впливати або впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей і спрямована на дотримання вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища [3].

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

За результатами аналізу стану охорони праці ФГ «Ямал» Кременчуцького району Полтавської області, з'ясовано, що агротехнічні роботи на полях виконуються без участі спеціалістів, відповідальних за охорону праці. Це може становити загрозу для працівників, які залучені до виконання таких завдань. Серед небезпечних виробничих факторів, які можуть впливати на працівників, відзначають: рухомі машини й механізми, руйнування конструкцій, гострі кромки, екстремальні температури, шум, підвищена вологість, дія хімічних речовин та інші ризики.

Для забезпечення безпеки та здоров'я працівників необхідно впровадити заходи для управління потенційними ризиками, а також розробити та впровадити відповідні інструкції й процедури з охорони праці. Керівник господарства має визначити чіткі вимоги безпеки під час виконання сільськогосподарських робіт, що сприятиме покращенню умов праці [9].

Працівники ФГ «Ямал» Кременчуцького району Полтавської області, можуть зазнавати впливу низки шкідливих і небезпечних виробничих факторів, таких як:

1. Підвищений рівень вологості та швидкості руху повітря.
2. Токсичні й подразливі хімічні речовини.
3. Патогенні мікроорганізми, які можуть спричиняти професійні захворювання.
4. Фізичні перевантаження, що виникають через ручне піднімання та переміщення вантажів, а також статичне навантаження під час роботи з електроустановками чи ручним електрифікованим інструментом.
5. Коливання температури – від підвищеної до зниженої – у робочій зоні.
6. Густе запилення та загазованість повітря на місцях роботи.
7. Вплив високого рівня шуму, інфразвуків, ультразвуків або вібрації на робочих місцях [12].

Запровадження системних організаційно-технічних заходів є ключовим аспектом створення безпечного та здорового виробничого середовища у сфері сільськогосподарської діяльності. Зменшення рівня контакту працівників із промисловими відходами та шкідливими матеріалами, зокрема завдяки належній герметизації технологічного устаткування, сприяє мінімізації впливу потенційно небезпечних речовин на організм. Впровадження дистанційного управління, а також високий рівень механізації та автоматизації виробничих процесів не лише знижують фізичне навантаження на працівників, але й суттєво зменшують ризик виникнення травм.

Для забезпечення безпеки працівників необхідно вжити комплекс заходів, спрямованих на зменшення ризиків, пов'язаних із впливом зазначених факторів. Керівництво господарства має здійснити всі можливі дії щодо мінімізації їх негативного впливу на здоров'я та умови праці персоналу [45].

Професійна підготовка персоналу з питань охорони праці, включно з регулярним тестуванням знань та практичних навичок щодо застосування безпечних методів роботи, виступає фундаментом забезпечення трудових процесів відповідно до вимог техніки безпеки. Організація виконання робіт, що мають підвищену небезпеку, супроводжена ефективним контролем за їх дотриманням, дозволяє упередити ризики та забезпечити запобігання травматичним випадкам.

До робіт із шкідливими або небезпечними умовами праці встановлюються підвищені вимоги щодо безпеки, враховуючи специфічні умови їх виконання. Працівники, залучені до таких робіт, проходять повторний інструктаж із охорони праці не рідше одного разу на три місяці, а також щорічну перевірку знань із вимог безпеки.

Надання працівникам якісних засобів індивідуального захисту, а також суворий контроль за їх правильним використанням, є необхідними для мінімізації загроз здоров'ю персоналу. Крім того, впровадження оптимального режиму праці та відпочинку сприяє зниженню впливу фізичних, фізіологічних і психофізіологічних виробничих чинників на організм працівників. Усі

зазначені заходи покликані не лише оптимізувати умови праці, але й забезпечити комплексний захист здоров'я та безпеку працівників у сфері аграрного виробництва [46].

Згідно з цим контекстом, порядок проведення робіт підвищеної небезпеки має бути визначений локальним нормативним актом роботодавця.

Основний рівень контролю передбачає обов'язок роботодавця здійснювати постійний моніторинг умов праці та забезпечувати безпеку на робочих місцях. Це включає щоденний огляд робочих ділянок, зокрема виявлення потенційних небезпек та їх негайне усунення.

Тестування та моніторинг знань працівників щодо правил і процедур охорони праці є важливою частиною забезпечення безпеки на виробництві. Різні рівні та форми контролю спрямовані на створення безпечних умов праці, що мають особливе значення під час виконання робіт в аграрній сфері.

Проведення внутрішніх аудитів охорони праці дозволяє регулярно перевіряти існуючу систему управління безпекою для виявлення вразливих моментів та вдосконалення процедур.

Зовнішні аудити, у свою чергу, передбачають незалежну оцінку стану умов праці та забезпечення безпеки, виконану спеціалізованими організаціями чи інспекційними органами [52].

Аналіз причин та обставин нещасних випадків дає змогу запобігти їх повторенню у майбутньому, що є важливим елементом профілактики.

Оцінка ризиків включає аналіз потенційних небезпек із впровадженням відповідних заходів для ефективного управління ризиками з метою їх мінімізації.

Регулярний нагляд за справністю інструментів та обладнання дозволяє запобігти аварійним ситуаціям і травматизму. Застосування періодичного контролю допомагає своєчасно діагностувати потенційні проблеми й оперативно їх вирішувати. Оперативний контроль за станом умов праці дає змогу швидко реагувати на загрози та підтримувати рівень безпеки в реальному часі [53].

Працівники, відповідно до норм охорони праці, повинні залишатися уважними й у разі виявлення порушень безпеки робити все можливе для їх усунення. Якщо вирішення проблеми самотужки неможливе, необхідно негайно припинити роботу та повідомити керівника підприємства. У разі виникнення небезпечних ситуацій ухвалюється рішення про термінове усунення небезпеки, а якщо цього недостатньо – організовується евакуація персоналу до безпечного місця.

Дотримання таких правил і процедур є ключовим для збереження здоров'я та безпеки всіх працівників на робочому місці [60].

Рекомендації щодо вдосконалення роботи з охорони праці у ФГ «Ямал» Кременчуцького району Полтавської області:

- проведення інструктажів та навчання з питань охорони праці у встановлені терміни є ключовим моментом для гарантування безпеки працівників. Необхідно регулярно перевіряти рівень їхніх знань у цій сфері та вести реєстрацію всіх проведених заходів.
- організація спеціального кабінету з охорони праці, обладнаного необхідними матеріалами та технічними засобами, дозволить зробити вступні інструктажі зручнішими й результативнішими. Такий підхід сприятиме ефективному засвоєнню інформації та підвищенню уваги працівників.
- систематичний перегляд і актуалізація інструкцій для працівників є важливим для забезпечення відповідності сучасним вимогам безпеки. При цьому слід враховувати особливості виконуваних завдань і потенційні ризики, щоб максимально оптимізувати робочі умови.
- запровадження більш ефективної системи контролю за дотриманням правил техніки безпеки є необхідним для мінімізації ризиків на виробництві. У разі виявлення порушень важливо передбачити застосування штрафних санкцій, що стимулюватиме працівників дотримуватись норм охорони праці та підвищить рівень їхньої відповідальності.
- забезпечення сільськогосподарської техніки, зокрема тракторів та автомобілів, медичними аптечками та вогнегасниками є ключовим елементом підвищення

безпеки в умовах надзвичайних ситуацій. Такі заходи сприяють оперативній реакції на потенційні загрози та мінімізують ризики отримання ушкоджень.

Оснащення працівників спеціальним одягом і засобами індивідуального захисту має вирішальне значення для попередження травматизму та захисту здоров'я персоналу у процесі виконання професійних обов'язків.

У контексті організації роботи на відкритому повітрі важливим залишається створення, розширення чи модернізація місць для відпочинку, захисту від несприятливих погодних умов і температурних впливів. Оснащення таких приміщень для обігріву, охолодження та укриття від сонячного випромінювання і атмосферних опадів забезпечить комфортні умови, сприяючи поліпшенню продуктивності праці у зовнішньому робочому середовищі.

Реконструкція приміщень, призначених для особистої гігієни працюючого персоналу, дозволяє створити умови, що сприяють підтримці чистоти та збереженню здоров'я працівників.

Належне фінансування заходів з охорони праці є базовою передумовою для забезпечення безпечних умов роботи та сталого збереження фізичного й морального добробуту робітників.

Запровадження системи матеріального заохочення працівників, які демонструють відповідальну поведінку та дотримуються правил техніки безпеки, може слугувати ефективним методом стимулювання відповідального ставлення до питань охорони праці серед інших співробітників [60].

Необхідно забезпечити відповідність якості природного і штучного освітлення на робочих місцях та інших приміщеннях встановленим технічним нормативам. Це сприятиме створенню комфортних умов для працівників і позитивно вплине на їхню продуктивність.

Передбачення у колективному договорі додаткових компенсацій за роботу поза встановленими нормами, відповідно до чинного законодавства, може стати ефективним стимулом для працівників. Такий підхід є формою визнання їхнього внеску у забезпечення безпеки та продуктивності на робочому місці.

Важливим аспектом у забезпеченні безпеки праці є організація навчання, проведення інструктажів та перевірка знань працівників з питань охорони праці. Регулярне оновлення знань та практичного досвіду у цій сфері дозволить підвищити рівень обізнаності персоналу щодо значення безпечних умов праці.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Результати польового експерименту за темою «Вплив комплексного удобрення на продуктивність гібридів кукурудзи» дає можливість сформулювати наступні висновки відповідно до поставлених завдань:

1. Вплив внесення добрив на біометричні показники рослин – застосування мінеральних добрив у нормі N60P60K60 позитивно впливало на ріст рослин, формування листків та розвиток стеблової частини у всіх досліджуваних гібридів. Збільшення дози азоту до N90P60K60 спричиняло незначне або несуттєве покращення біометричних характеристик. Гібрид ЕС Катамаран виявив найвищу чутливість до змін, тоді як ЕС Якарі та ЕС Перспектив демонстрували нижчу реакцію.
2. Вплив добрив на складові структури врожаю – внесення добрив сприяло збільшенню кількості та маси качанів, а також маси 1000 зерен у всіх гібридів. Максимального приросту у вазі качанів і зерна досягнув гібрид ЕС Катамаран. Натомість реакція гібрида ЕС Якарі була мінімальною. Підвищення рівня азоту до N90P60K60 не завжди забезпечувало суттєвий статистичний приріст окремих компонентів структури врожаю.
3. Вплив удобрення на врожайність гібридів – внесення добрив у нормі N60P60K60 забезпечило найкращий приріст врожайності для всіх досліджуваних гібридів: ЕС Якарі: +0,27–0,04 т/га; ЕС Перспектив: +0,25–0,17 т/га; ЕС Катамаран: +0,41–0,20 т/га. Додаткове збільшення дози азоту до N90P60K60 забезпечило менші або малозначущі прирости продуктивності, за винятком випадків підвищення врожайності гібрида ЕС Перспектив у 2025 році. Урожайність у 2025 році виявилася нижчою, ніж у 2024 році, однак загальні закономірності впливу внесення добрив збереглися.
4. Економічна обґрунтованість внесення добрив – добрива в нормі N60P60K60 є економічно оптимальними, оскільки забезпечують значний приріст врожаю за відносно помірних витрат. Підвищення дози азоту до N90P60K60 не завжди є економічно виправданим через низький додатковий приріст врожаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко С. Підживлення кукурудзи: маловідоме, але ефективне. *Пропозиція*. URL: <http://propozitsiya.com/ua/pidzhyvlennya-kukurudzy-malovidome-ale-efektyvne>.
2. Андрущенко В. Вплив різних факторів на урожайність кукурудзи. *Агроном*, 2015. № 1. С. 3–5.
3. Артамонов Б.Б., Міронова Н.Г. Екологічна експертиза: навчальний посібник. Львів: Новий Світ – 2000, 2012. 142с.
4. Базалій В.В., Зінченко О.І., Лавриненко Ю.О., Салатенко В.Н., Коковіхін С.В., Домарацький Є.О. Рослинництво. Вид-во Олді-Плюс. 280с.
5. Влащук А.М. Формування врожаю нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології в умовах степової зони України на зрошенні. *Зрошуване землеробство*, 2016. Вип. 65. С. 69–73.
6. Вожегова Р.А., Влащук А.М., Дробіт О.С. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*, 2018. №7. С. 18-26. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03>.
7. Волощук О.П. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, 2019. Вип. 65. DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3).
8. Волощук О.П., Завірюха П.Д., Андрушко О.М. Продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України. *Наукові горизонти*. Том 25, № 8, 2022. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(8\).2022.9-16](https://doi.org/10.48077/scihor.25(8).2022.9-16).
9. Гандзюк М.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. [За ред. М.П. Гандзюка]. Київ: Каравела, 2011. 384 с.
10. Глушко Т., Вожегова Р., Лавриненко Ю. Вплив мінеральних добрив і зрошення на урожайність і якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *The Ukrainian Farmer*, 2013. № 7 (44). С. 65–68.
11. Говенько Р.В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних

добрив, позакореневого підживлення та погодних умов. *Аграрні інновації*. 2022. №15. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.3>.

12. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник. МОН України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. Д.: НГУ, 2014. 271 с.

13. Грабовський М.Б., Вахній С.П., Лозінський М.В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. *Агробіологія*, 2021, № 2. doi: 10.33245/2310-9270-2021-.167-2-33-42.

14. Гур'єва І.А., Рябчун В.К. Генетичні ресурси кукурудзи в Україні. Монографія. Харків, 2007. 392 с.

15. Дзюбецький Б.В., Рибка В.С., Черчель В.Ю. Скоростиглі гібриди як фактор енерго- і ресурсозбереження у виробництві зерна кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*, 2007. Вип. 53. С. 27–36.

16. Дзюбецький Б.В., Рибка В.С., Черчель В.Ю. Сучасні проблеми та економіко-енергетичні аспекти вирощування різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи в умовах Степу України. *Зберігання і переробка зерна*. 2007. № 5. С. 14–17.

17. Дзюбецький Б.В., Рябченко Е.М. Адаптивна характеристика гібридів кукурудзи, створених на основі подвоєно-гаплоїдних ліній плазми Lancaster. *Селекція і насінництво*, 2015. № 107. С. 37–41.

18. Дудка М.І., Якунін О.П., Пустовий С.І. Вплив позакореневого підживлення на формування зернової продуктивності кукурудзи за вирощування її після соняшнику. *Таврійський науковий вісник*, 2020. № 115. С. 42–48. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.115.6.

19. Єрмакова Л.М., Свистунов Ю.В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від удобрення в Лівобережному Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2016. №(4). С. 60–62. DOI: 10.31210/visnyk2016.04.11.

20. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

21. Закон України «Про екологічну експертизу» від 9 лютого 1995 р. ВВР, 1995. №8. С. 54.
22. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25 червня 1991 року N 1264-XII (змінений і доповнений законом від 9 лютого 2006 р.).
23. Закон України «Про стратегічну екологічну оцінку» № 2354–VIII від 20. 03. 2018 р.
24. Збарський В.К Економіка сільського господарства: навч. посіб. Київ: Агроосвіта, 2013. 352с.
25. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: Підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
26. Ільчук М. М., Коновал І. А. Прогнозування обсягів та економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Біоресурси і природокористування*. 2013. Т. 5. № 3-4. С. 137-146.
27. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Крестьянінов Є.В., Антал Т.В. Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на удобрення та економічна ефективність вирощування. *Таврійський науковий вісник*, 2019. Вип. 106. С. 72-78.
28. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П.О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*, 2018. № 101. С. 42–49.
29. Каменщук Б.Д. Шляхи підвищення ефективності вирощування кукурудзи. *Агроном*, 2023. № 4(82). URL: <https://www.agronom.com.ua/shlyahy-pidvyshhennya-efektyvnosti-vyroshhuvannya-kukurudzy/>.
30. Камінський В.Ф., Асанішвілі Н.М. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2021. випуск 4 (112). DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-4.

31. Коваленко О.А. Вплив мікродобрив та бактеріальних препаратів на врожайність кукурудзи цукрової за вирощування в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 74. С. 68–71.

32. Коваленко О.А., Болоховська В.А. Вплив комплексного застосування препарату Біокомплекс-БТУ-р та мінеральних добрив на продуктивність озимої пшениці. *Аграрник*. №7. 2014. URL: <http://www.agrarnik.com/index.php/poslednij-nomer/stati/gazeta-agrarnik-7-2014-g/21-vpliv-kompleksnogo-zastosuvannya-preparatu-biokompleks-btu-r-ta-mineralnih-dobriv-na-produktivnist-ozimoji-pshenitsi>

33. Красновський С.А., Жемойда В.Л. Комбінаційна здатність самозапилених ліній кукурудзи селекції на холодостійкість в умовах правобережного Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*, 2015. № 210. С. 312–318.

34. Кузьмишина Н.В., Рябчун В.К., Вакуленко С.М., Тертишна Н.В., Бібель Ю.О. Генетична цінність самозапилених ліній кукурудзи за рівнем комбінаційної здатності. *Генетичні ресурси рослин*. 2019. № 25. DOI: 10.36814/pgr.2019.25.07.

35. Кулик М.І., Білявська Л.Г. Мінливість елементів індивідуальної продуктивності та врожайності зерна гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*, 2022. № 15. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.17>.

36. Лавриненко Ю.О., Туровець В.М., Лашина М.В., Глушко Т.В. Комбінаційна здатність нового вихідного матеріалу кукурудзи добраного на раннє та пізнє цвітіння качана в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*, 2012. №57. С. 254–259.

37. Лебідь Є.М. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

38. Лень О.І. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2021. №2. С. 52–58. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.06.

39. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. Агробізнес. №24 (319). грудень 2015. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2211-systema-udobrennia-kukurudzy.html>.
40. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
41. Лозовіцький П.С. Основи землеробства і рослинництва: посібник для вищих учбових закладів. Київ. 2010. 268 с.
42. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Рослинництво: навчальний посібник для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.
43. Мещеряков П.Ю., Бухало В.Я. Основи наукових досліджень в агрономії. Х.: 2005. 88 с.
44. Нехорошков В.П. Екологічна експертиза матеріалів ОБНС (оцінки впливів на навколишнє середовище). Одеса: ОДАХ, 2011. 46 с.
45. Організація охорони праці в сільськогосподарських підприємствах. URL: https://pidru4niki.com/1247101357568/pravo/organizatsiya_ohoroni_pratsi_silskogos_podarskih_pidpriyemstvah.
46. Охорона праці в сільському господарстві: особливості дотримання: URL: <https://uteka.ua/ua/publication/news-14-delovye-novosti-36-oxrany-truda-v-selskom-hozyajstve-osobennosti-soblyudeniya>.
47. Оцінка впливу на довкілля: можливості для громадськості (посібник). Видавництво «Компанія Манускрипт» Львів, 2017. 36 с. URL: http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2018/03/EPL_OVD_posibnuk_Net.pdf.
48. Павліченко К.В. Формування елементів структури врожаю гібридами кукурудзи на силос під впливом макро і мікродобрив. *Аграрні інновації*. № 12 (2022). DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.12>.
49. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних

інтенсивних технологій у рослинництві: навч. посібник. Вінниця, 2011. 482с.

50. Пашенко Ю.М. Енергозбережні і ресурсощадні технології вирощування кукурудзи: Рекомендації. Ін-т зерн. госп-ва УААН. Дніпропетровськ, 2006. 27 с.

51. Петриченко В., Лихочвор В. Рослинництво: технології вирощування польових культур. Львів. 2020. 806с.

52. Пістун І.П., Березовецький А.П., Березовецький С.А. Охорона праці в галузі сільського господарства (рослинництво): навчальний посібник. Унів.книга, 2023. 367с.

53. Пожарова О. В. Охорона праці: навчальний посібник. Одеса, 2022. 86 с. URL: <https://doi.org/10.32837/11300.18442>.

54. Рудавська Н.М., Глива В.В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, 2018. Вип. 64. С. 120–132.

55. Санін Ю.В. Технологія підживлення кукурудзи макро- і мікроелементами, їхнє значення та застосування в посівах кукурудзи. Пропозиція. 2010. №5. С. 76–77.

56. Технологія підживлення кукурудзи макро- і мікроелементами. 2020. *Агроном*. URL: <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-pidzhyvlennya-kukurudzy-makro-i-mikroelementamy-yih-znachennya-ta-zastosuvannya-v-posivah-kukurudzy/>.

57. Шевчук Р., Кириєнко А. Продуктивність гібридів зернової кукурудзи в умовах Західного Лісостепу. *Аграрний тиждень*, 2014. № 3/4. С. 45–46.

58. Шинкарук Л. Вплив макро- і мікродобрих на врожайність кукурудзи. *Вісник LNAU: Agronomy* 2021 №25: 162-166. URL: <https://visnyk.lnup.edu.ua/>.

59. Штукін М.О., Оничко В.І. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Агрономія і біологія, 2013. №11. С. 213–217.

60. Шудренко І. В. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Житомир: ЖНАЕУ, 2017. 136 с.

61. Ямковий В. Як правильно побудувати ефективну систему удобрення кукурудзи. Пропозиція, 2014. №12. URL: <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=4113>.

\

ДОДАТКИ

