

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного факультету

_____ Віталій КОВАЛЕНКО
« _____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
рослинництва
_____ Світлана КАЛЕНСЬКА
« _____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

**«ВПЛИВ ПІДЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Спеціальність	201 «Агрономія»
Освітня програма	«Агрономія»
Орієнтація освітньої програми	освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д. с.-г. наук, професор _____ Світлана КАЛЕНСЬКА

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д. с.-г. н., професор _____ Наталія НОВИЦЬКА

Виконав

_____ Сергій МИРГОРОДСЬКИЙ

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри рослинництва**

д. с.-г. наук, професор, академік НААН _____ Світлана КАЛЕНСЬКА

« » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ**

Миргородському Сергію Олександровичу

Спеціальність	201 «Агрономія»
Освітня програма	«Агрономія»
Орієнтація освітньої програми	освітньо-професійна

Тема роботи: «Вплив підживлення на формування продуктивності кукурудзи на зерно в умовах Черкаської області», затверджена наказом ректора НУБіП України від «12» грудня 2024 року № 2220 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 25. 11. 2025 р.

Вихідні дані до магістерської роботи: середньоранні гібриди кукурудзи Ротанго (ФАО 200), Амбатор (ФАО 230) та Пандорас (ФАО 250); мікродобриво Еколист Моно Цинк, підживлення. Ґрунти – типові чорноземи та зрідка сірі опідзолені, уміст гумусу – 3,8–4,5 %; реакція ґрунтового

розчину – нейтральна або слабколужна (рН 6,8–7,4); уміст основних елементів живлення: азот легкогідролізований – 75–110 мг/кг, рухомий фосфор – 70–120 мг/кг, обмінний калій – 90–150 мг/кг. Середньорічна температура повітря становить +8,0...+8,5 °С. Сума активних температур (>10 °С) – близько 2800–3000 °С за вегетаційний період. Середня тривалість безморозного періоду – 160–175 діб. Річна кількість опадів – 520–600 мм, з яких 65–70 % припадає на теплий період. Максимум опадів – у червні–липні, мінімум – у лютому. Сніговий покрив нестійкий, висотою 8–12 см.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз метеорологічних і кліматичних умов, отриманих в результаті досліджень, з метою оцінки їх відповідності вирощування гібридів кукурудзи на зерно.
2. Визначити особливості морфологічного і біологічного розвитку гібридів кукурудзи залежно від підживлення.
3. Встановити вплив цинковмісних мікродобрив на основні біометричні параметри гібридів кукурудзи.
4. Дослідити особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від підживлення цинковмісними мікродобривами.
5. Розрахувати економічну ефективність застосування цинковмісних мікродобрив при вирощуванні кукурудзи на зерно.
6. Сформулювати висновки і пропозиції виробництву на основі результатів проведених досліджень.

Дата видачі завдання 06.05.2025 р.

Керівник магістерської

кваліфікаційної роботи

_____ Наталія НОВИЦЬКА

Завдання прийняв до виконання

_____ Сергій МИРГОРОДСЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить чотири розділи, вступ, висновки, рекомендації виробництву, список використаних джерел та додатки. Магістерська кваліфікаційна роботи викладена на 70 сторінках комп'ютерного тексту, містить 5 таблиць, 4 рисунки. Список використаної літератури складається з 50 джерел. В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи описано стан та перспективи вирощування кукурудзи в Україні та світі. Проведено аналіз наукової літератури щодо ролі мікроелементів в живленні кукурудзи на зерно.

Другий розділ магістерської роботи присвячений аналізу місця та умов виконання роботи. В ньому описані ґрунтово-кліматичні умови СТОВ «Благодатне» в Черкаській області в умовах Лісостепу України та погодно-кліматичні умови вегетаційних періодів кукурудзи на зерно за 2025 р. Наведено схему польового дослідження, методики проведення спостережень, характеристику гібридів кукурудзи та мікродобрива.

У третьому розділі подано результати наукових досліджень щодо визначення рівня продуктивності та господарсько-цінних ознак у гібридів кукурудзи за позакореневого підживлення мікродобривом Еколист Моно Цинк. Він містить основні результати досліджень, фенологічні спостереження, динаміку лінійного росту, урожайності та якості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи на зерно залежно від підживлення мікродобривами. У четвертому розділі наведено економічну ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно. На основі проведених наукових досліджень зроблено аргументовані висновки та пропозиції виробництву щодо оптимізації системи удобрення кукурудзи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КУКУРУДЗА, ГІБРИД, ПІДЖИВЛЕННЯ, ЦИНК, МІКРОДОБРИВА, УРОЖАЙНІСТЬ, ЯКІСТЬ ЗЕРНА, ПРИБУТОК

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	
1.1 Система живлення кукурудзи на зерно.....	10
1.2 Роль мікроелементів в живленні кукурудзи на зерно.....	16
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1 Місце проведення досліджень	26
2.2 Ґрунти дослідної ділянки та їх характеристика.....	27
2.3 Погодно–кліматичні умови регіону проведення досліджень.....	29
2.4 Методика і завдання наукових досліджень.....	32
2.5 Характеристика досліджуваних гібридів та мікродобрива.....	34
2.6 Агротехніка вирощування кукурудзи в господарстві.....	36
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ПІДЖИВЛЕННЯ ХЕЛАТНИМИ МІКРОДОБРИВАМИ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ	
3.1 Особливості росту та розвитку гібридів кукурудзи на зерно залежно від позакоренових підживлень	37
3.2 Вплив позакоренових підживлень на висоту рослин гібридів кукурудзи	41
3.3 Вплив позакоренових підживлень на формування площі листової поверхні посівів кукурудзи	44
3.4 Вплив позакоренових підживлень на кількість качанів	48
3.5 Вплив позакоренових підживлень структуру врожаю середньоранніх гібридів кукурудзи	49
3.6 Якість зерна кукурудзи залежно від позакоренового підживлення....	52
3.7 Вплив позакоренових підживлень на урожайність кукурудзи.....	54
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕННЯ.....	57
ВИСНОВКИ	62
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	65

ВСТУП

Кукурудза – одна з найважливіших сільськогосподарських культур у світі. Вона дуже важлива не тільки для споживання людиною, але й для тваринництва, промисловості та енергетики. Кукурудза є основним джерелом вуглеводів, а також містить білки, жири, вітаміни та мінерали. Кукурудза використовується для приготування широкого спектру продуктів харчування, включаючи крупи, хліб і попкорн. Завдяки своїй високій поживній цінності кукурудза особливо популярна в Латинській Америці та Африці, де вона є основним продуктом харчування. Кукурудза також широко використовується у тваринництві. Зерно кукурудзи є важливим кормом для великої рогатої худоби, свиней та птиці. Завдяки своїй високій енергетичній цінності кукурудза є незамінним кормом для худоби, сприяючи збільшенню її ваги та розвитку тваринництва в цілому [13, 15].

Однією з основних зернових культур в Україні та світі є кукурудза. Порівняно з іншими культурами, кукурудза має високу врожайність – до 15 т/га. Такий рівень врожайності досягається завдяки значно вищим нормам внесення добрив, ніж під інші культури. Однак це не завжди вирішує проблему отримання високих врожаїв належної якості [10]. Оптимізація живлення, зокрема використання мікродобрив нового покоління, може допомогти вирішити цю проблему. Ці добрива рекомендуються як для позакореневого підживлення, так і для передпосівної обробки насіння [2, 8].

Кукурудза має важливе значення не лише в сільському господарстві, а й у промисловості. З неї виробляють крохмаль, сироп, олію та інші продукти. Крім того, кукурудза використовується для виробництва біопалива, що є важливим кроком у переході до відновлюваної енергетики. Значення кукурудзи важко переоцінити. Це важливий компонент продовольчої безпеки, економіки та навколишнього середовища [24]. Завдяки своїй універсальності та поживній цінності кукурудза залишається однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі. Підтримка її

вирощування та розвитку має важливе значення для забезпечення продовольчої безпеки та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Кукурудза є однією з основних зернових культур у світі та в Україні завдяки своєму високому потенціалу продуктивності (14-15 т/га) порівняно з іншими зерновими культурами. Однак гібридний потенціал кукурудзи не завжди реалізується. Це пов'язано, головним чином, з біологічними особливостями культури та потребою в макро- і мікроелементах на певних етапах органогенезу. У той час як макроелементи необхідні для всіх культур без винятку, загальновідомо, що різні культури мають різний «смак» і потреби в поживних речовинах, коли мова йде про мікроелементи. Кукурудза не є винятком, оскільки «королева полів» віддає перевагу певному «набору» мікроелементів [38, 42].

Кукурудза – одна з найцінніших культур. Вона здатна формувати високі врожаї зерна за умови дотримання всіх агротехнічних вимог до її вирощування. Збільшення посівних площ під кукурудзою дозволяє налагодити стабільне виробництво фуражного зерна. Це пов'язано з тим, що ця культура не тільки підвищує ефективність зернового господарства в цілому і покращує його економічний стан, а й відіграє провідну роль у підвищенні продуктивності тваринництва [39].

Виходячи з цього важливим є вивчення впливу особливостей формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від підживлення цинковмісними мікродобривами в критичні для росту і розвитку культури періоди.

Мета досліджень: вивчити вплив підживлення на врожайність та якість продукції середньоранніх гібридів кукурудзи. Завданням роботи є встановлення ефективності використання цинковмісних мікродобрив в системі удобрення кукурудзи на зерно.

Об'єкт досліджень: процес формування продуктивності кукурудзи залежно від підживлення цинковмісними мікродобривами в критичні для росту і розвитку культури періоди.

Предмет досліджень: середньоранні гібриди кукурудзи Ротанго (ФАО 200), Амбадор (ФАО 230) та Пандорас (ФАО 250); мікродобриво Еколист Моно Цинк, підживлення.

Методи дослідження. В процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польовий метод – визначення взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними факторами в конкретних умовах досліджуваної зони; лабораторні методи: морфофізіологічний – визначення біометричних параметрів рослини та органотворчих процесів в рослині; статистичні методи: визначення економічної та енергетичної ефективності технологій вирощування.

За матеріалами досліджень опубліковані тези доповідей:

1. **Миргородський С. О.,** Новицька Н. В., Доктор Н.М. Оптимізація елементів технології вирощування кукурудзи на зерно на чорноземних ґрунтах. Матеріали міжнародної науковопрактичної конференції «Продовольча безпека України. збереження та відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів» (м. Київ, 22-23 травня 2025 року) НУБІП України, 2025. С. 157-160.
2. **Миргородський С. О.,** Новицька Н.В. Продуктивність кукурудзи залежно від позакореневого підживлення мікродобривами. Збірник тез X Міжнародної науково-практичної конференції «SCIENCE AND TECHNOLOGY: CHALLENGES, PROSPECTS AND INNOVATIONS», 22-24.05.2025, Осака, Японія (Електронне видання у PDF форматі)

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Система живлення кукурудзи на зерно

Сьогодні кукурудзу, як і інші культури, неможливо вирощувати без збалансованої системи живлення протягом вегетації, яка включає внесення макро- та мікроелементів у легкодоступних формах та позакореневе підживлення мікроелементами. Добрива зарекомендували себе як один з найефективніших засобів впливу на врожайність та якість кукурудзи. Кукурудза належить до культур, які мають тривалий вегетаційний період і здатні засвоювати поживні речовини у вигляді добрив протягом усього свого життєвого циклу [6, 12].

Порівняно з іншими зерновими культурами, що висіваються навесні, кукурудза має довший вегетаційний період і, відповідно, значні потреби в мінеральних поживних речовинах. Однак фізіологічні потреби в поживних речовинах значно відрізняються залежно від фази розвитку, і ці біологічні особливості рослини необхідно враховувати при розробці систем удобрення [1, 28]. Одним з найважливіших елементів сучасної технології вирощування сільськогосподарських культур є позакореневе підживлення, яке значно підвищує врожайність та покращує якість отриманої продукції за рахунок збалансованого та швидкого задоволення потреб у поживних речовинах у періоди росту та розвитку, коли рослини цього найбільше потребують. Для позакореневого підживлення використовують мікродобрива, різноманітність яких з кожним роком зростає. Їх ефективність у технології вирощування сільськогосподарських культур дуже висока, незалежно від способу застосування (обробка насіння чи позакореневе підживлення). Це підтверджено численними науковими дослідженнями і пов'язано з тим, що приріст врожайності та якості продукції значно вищий порівняно зі збільшенням виробничих витрат на гектар. Так, економічна окупність кожної

додаткової гривні, витраченої на мікродобрива, становить від 4,5 до 9 грн залежно від культури, при цьому найвища окупність для кукурудзи.

Вирощування цієї культури за сучасними технологіями передбачає один з найважливіших елементів – позакореневе підживлення. Позакореневе підживлення значно підвищує врожайність та покращує якість продукції. Це відбувається завдяки збалансованому та швидкому задоволенню потреб рослини в поживних речовинах. Особливо в період розвитку, коли рослини потребують поживних речовин найбільше. Загальновідомо, що однією з передумов отримання високих врожаїв є збалансоване живлення, а застосування мікродобрив є недорогим способом підвищення врожайності зеленої маси та зерна кукурудзи [2, 24]. Рослини потребують великої кількості основних елементів живлення в період інтенсивного росту рослинного організму та формування репродуктивних органів [3, 36].

На ранніх етапах індивідуального розвитку (до 9-10 листків) використовується відносно невелика кількість (3-9 %) макроелементів. Найбільше поглинання (42-81 %) відбувається в період активного росту рослин. Найвище поглинання азоту відбувається між появою 8-10 листків і молочною стиглістю зерна. Максимальне поглинання калію рослинами припадає на першу половину періоду росту культури. Після цього споживання азоту і калію сповільнюється і практично завершується з настанням періоду молочно-воскової стиглості. Фосфор використовується більш рівномірно до майже повного дозрівання зерна [2, 16].

Для отримання врожаю зерна 4-6 т/га кукурудза, включаючи нетоварну, потребує 146-204 кг азоту, 48-67 кг фосфору, 125-175 кг калію, 160-238 г цинку, 110-154 кг марганцю, 12-16 кг міді та 19-27 г кобальту з ґрунту. Найефективнішим фактором підвищення врожайності кукурудзи залишаються мінеральні добрива, оскільки ґрунти, навіть з високою родючістю, не можуть забезпечити таку кількість поживних речовин, доступних рослинам. Кукурудза потребує на 20-30% менше азоту для виробництва одиниці енергії, ніж інші зернові культури. Водночас вітчизняні

вчені встановили, що споживання азоту на тонну зерна, включаючи побічну продукцію, значно зростає в роки з несприятливими умовами зволоження. У зв'язку з цим внесення азотних добрив у посушливі роки потребує коригування [26, 28].

Гібриди кукурудзи на різних стадіях стиглості мають різний рівень виносу поживних речовин з ґрунту, пов'язаний з урожаєм основної та нетоварної продукції, і, відповідно, по-різному реагують на покращення мінерального живлення. Існує два критичні періоди в поживному статусі кукурудзи: перший – на початку вегетації (3-7 справжніх листків). Оскільки протягом перших двох місяців ріст кукурудзи відбувається повільно, необхідно забезпечити доступність поживних речовин у розчинній формі у верхньому шарі ґрунту, де знаходяться корені молодих проростків, протягом раннього періоду вегетації. У цей період кукурудза дуже чутлива до нестачі фосфору, тому передпосівне внесення добрив є дуже важливим [36, 42].

Кукурудза здатна поглинати поживні речовини з глибших шарів ґрунту (наприклад, азот з глибини 120-150 см). Другий критичний період починається, коли кукурудза формує 9-10 листків, і триває до викидання волоті. У цей період організм рослини інтенсивно росте, і рослина потребує підвищеного азотного живлення, що вимагає підживлення азотними добривами. Тому система удобрення складається з основного внесення добрив, передпосівного внесення добрив та підживлення. Внесення добрив у кілька етапів забезпечує більш рівномірне постачання поживних речовин рослині протягом усього вегетаційного періоду. Основною вимогою до добрив для кукурудзи є створення комфортних умов для мінерального живлення рослин, особливо в періоди інтенсивного росту. На тваринницьких і рослинницьких фермах органічні добрива є важливим засобом підвищення врожайності кукурудзи [43].

Кукурудза добре реагує на післядію органічних добрив, причому ефект триває протягом 3-4 років після внесення напівперепрілого гною як попередника. Використання пташиного посліду під кукурудзу також є

бажаним. Пташиний послід містить 0,6-1,9% азоту, 0,5-2,0% фосфору і 0,4-1,1% калію; 1 т компосту може дати 0,08-0,13 т додаткового зерна. Іншим способом збагачення ґрунту органічною речовиною та підвищення продуктивності кукурудзи є заорювання соломи стерньових культур. Експериментальні дані показують, що оранка всіх нетоварних частин озимої пшениці з наступним розміщенням кукурудзи підвищила врожайність на 0,18 т/га в першій ротації сівозміни. Згодом спостерігався кумулятивний ефект соломи, що подвоював врожайність у третій сівозміні (0,44 т/га). В умовах Полісся використання сидератів, особливо люпину, під кукурудзу є високоефективним [47].

Під зяблеву оранку вносять всю дозу фосфорних і калійних добрив, за винятком припосівної, та основну частину азотних добрив і зашпаровують у шар ґрунту з гарантованою вологістю, де розташована основна частина кореневої системи рослини. Решта азоту додається до добрива під час міжрядного обробітку ґрунту та позакореневого підживлення. На ґрунтах з більш легким гранулометричним складом у Поліссі та Західному Лісостепу азотні добрива вносять навесні перед обробітком ґрунту, щоб зменшити непродуктивні втрати азоту. Те саме стосується полів, схильних до ерозії, де існує високий потенціал втрат азоту через стік поверхневих вод [9, 10, 37].

В українських степових та лісостепових районах з недостатньою кількістю опадів ефективніше вносити добрива навесні під культивуацію, ніж навесні під основний обробіток ґрунту. В умовах посухи кукурудза мало використовує поверхневі (0-10 см) поживні речовини. Після оранки ґрунту культиватором або бороною 20 % гранул залишається в шарі 0-2 см, а 80 % - в шарі 2-6 см. Після повторної оранки в шарі ґрунту глибиною 0-4 см може залишитися 75 % добрива, в цьому випадку ефективність добрива знижується в 1,5-2,0 рази. У посушливих умовах форма внесення добрив впливає на засвоєння поживних речовин з добрива. У роки оптимального зволоження прибавка врожаю зерна від застосування твердих і рідких мінеральних добрив майже однакова. Однак у більш посушливі роки переваги рідких

мінеральних добрив були більш вираженими. Це пояснюється тим, що рідкі мінеральні добрива покривають більшу площу ґрунту за рахунок дифузії і в той же час проникають глибше, досягаючи вологого шару [1, 3].

Незважаючи на відносно великі розміри насіння кукурудзи, запаси поживних речовин у ньому обмежені. У більшості випадків їх недостатньо для нормального росту і розвитку пагонів протягом 10 днів після проростання насіння, що призводить до дефіциту фосфору. Це особливо характерно для холодної весни, коли низькі температури ускладнюють поглинання фосфору з ґрунтового розчину, навіть якщо ґрунт містить високий вміст фосфору. Тому під час сівби слід вносити прості або складні фосфорні добрива. Якщо добрива вносяться під час сівби, їх кількість повинна бути невеликою, оскільки кукурудза дуже чутлива до високих концентрацій солей на ранніх стадіях росту. Тому насіння і добрива повинні бути розділені шаром ґрунту 2-5 см. Для цього всі сучасні сівалки для посіву кукурудзи обладнані пристроєм, який забезпечує закладення добрив на глибину 12 см, а насіння – на глибину 4-10 см [37, 41].

Для кукурудзи азотні добрива або комплексні добрива вносять у фазі 4-6 листків одночасно з міжрядним обробітком ґрунту. Аміачна вода та КАС у дозі N_{30} також були ефективними для поверхневого підживлення коренів, особливо на ранніх та середньоранніх гібридах, даючи 0,24-0,37 т/га додаткового зерна. Кукурудза добре реагує на позакореневе підживлення 6 % розчином карбаміду. 8% водний розчин карбаміду можна використовувати за похмурої погоди та низького рівня захворюваності на некроз листя. Позакореневе обприскування зазвичай починають на стадії 6-7 листків і застосовують 1-3 рази протягом 8-10 днів. Одночасно додають мікроелементи та водорозчинний сульфат магнію ($MgSO_4$ 5 % концентрації). Позакореневе підживлення може підвищити використання поживних речовин з гною, але суттєво не збільшує врожайність зерна: приріст становить від 0,15 до 0,20 т/га [2, 4].

Інтенсивні гібриди кукурудзи з потенціалом врожайності 11-15 т/га потребують достатньої кількості мікроелементів, навіть якщо це досягається на рівні 50 %. При вирощуванні на високоагрофонічному фоні коефіцієнти виносу мікроелементів можна класифікувати як високі. Кукурудза, як і інші сільськогосподарські культури, має генетично зумовлені особливості вибіркового поглинання мікроелементів. Згідно з біологічними коефіцієнтами поглинання, потреби рослин кукурудзи в мікроелементах на основних етапах розвитку є такими: перерозподілу значущості цих елементів протягом вегетації не відбувається [47].

Покращення мікроелементного живлення зазвичай досягається шляхом передпосівної обробки насіння або позакореневого підживлення. Передпосівну обробку насіння мікроелементами поєднують із застосуванням фунгіцидів разом з прилипачами. Найбільш перспективні з них не тільки утворюють плівку на насінні, але й проявляють рістрегулюючу активність (Марс EL, Суперан, ЕПАА-10, Вимпел-К). Обприскування насіння мікродобривами протягом 2-3 днів сприяє розвитку проростків і більш енергійному росту молодих сходів на ранніх етапах розвитку, що в кінцевому підсумку призводить до підвищення врожайності зерна на 0,25-0,38 т/га [40].

Ефективність позакореневого підживлення мікродобривами значною мірою залежить від основного фону удобрення кукурудзи. На фонах без добрив або з низьким рівнем удобрення позакореневе підживлення мікродобривом Реаком у фазі 7-8 листків збільшило врожайність зерна на 0,34-0,35 т/га, тоді як на фонах із середньою нормою добрив ($N_{60}P_{30}K_{30}$) цей агротехнічний прийом сприяв подвоєнню додаткової врожайності (0,77 т/га).

Внесення мінеральних добрив під кукурудзу може підвищити врожайність на 8-10 %, але в умовах нестабільного зволоження та посухи, особливо на ранніх етапах росту і розвитку, ефективність застосування добрив часто буває недостатньою. Тому для отримання кращих результатів від застосування добрив доцільно використовувати рідкі комплексні добрива,

які є більш технічно досконаліми та придатними для виготовлення бакових сумішей з гербіцидами та мікроелементами [4, 27].

Одним з основних чинників, що перешкоджають отриманню значних врожаїв кукурудзи, є забур'яненість посівів: вже понад 40 років гербіциди (як ґрунтові, так і страхові) відіграють головну роль у системах заходів боротьби з бур'янами. Складна національна та світова економічна ситуація вимагає серйозного розгляду питання оптимізації витрат на вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі за рахунок покращення поживного режиму посівів та впровадження систем захисту. Саме тому застосування комплексних рідких добрив та страхових бакових сумішей гербіцидів є дуже доречним заходом у сучасних умовах. На думку деяких науковців, сумісне застосування комплексних рідких добрив та гербіцидів дозволяє більш повно знищити бур'яни та послабити їх негативний вплив на ріст і розвиток сільськогосподарських культур [2, 5, 33].

1.2 Роль мікроелементів в живленні кукурудзи на зерно

Асортимент мікроелементних добрив, що використовуються для позакореневого підживлення, з роками збільшився. Це і обробка насіння мікроелементами, і позакореневе підживлення. Незалежно від способу застосування, їхня ефективність у технології вирощування сільськогосподарських культур є значною. На основі низки ґрунтовних наукових досліджень встановлено, що збільшення врожайності та покращення якості реалізованої продукції переважає збільшення собівартості виробництва в розрахунку на гектар посіву [7, 22].

Засвоєння кукурудзи потребує багатьох мікроелементів на додаток до макроелементів. Потреба в них залежить від фази росту та розвитку рослини. Для забезпечення рослин кукурудзи марганцем, цинком, сіркою та молібденом використовують різні мікроелементні добрива. Рослини кукурудзи потребують достатньої кількості поживних речовин для виробництва великої кількості рослинної маси за відносно короткий період

інтенсивного росту. Мікроелементи забезпечують оптимальний розвиток рослин кукурудзи. Мікроелементи відіграють важливу роль у підтримці життя рослин. Окислювально-відновні процеси та ферментативні реакції відбуваються за участю мікроелементів. Мікроелементи, присутні в ґрунті, можуть перебувати у формі, недоступній для рослин. Тому вони можуть бути лімітуючим фактором у формуванні врожаю. Позакореневе підживлення рослин використовується для подолання дефіциту певних елементів у ґрунті [19, 41].

Гібриди кукурудзи, залежно від групи стиглості, в середньому виносять 24-30 кг азоту, 8-10 кг фосфору, 25-30 кг калію, 6-10 кг магнію і кальцію, 3-4 кг сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку та 200 г заліза, які поглинаються з ґрунту та добрив, утворюючи 1 т зерна та відповідну масу побічної продукції [9, с. 1]. Коренева система кукурудзи має високу здатність поглинати елементи з ґрунту та ефективно використовує залишкові поживні речовини з добрив, внесених під попередник. Традиційно кукурудза вважається «індикатором» вмісту мікроелементів у ґрунті. Кукурудза особливо чутлива до нестачі цинку (Zn), марганцю (Mn), міді (Cu) та бору (B), які впливають на розвиток рослин і призводять до зниження врожайності. Найбільш важливими етапами розвитку кукурудзи з точки зору макро- та мікрофакторів є фаза 4-6 листків та фаза 8-10 листків. У фазі 4-6 листків кукурудза формує генеративні органи, які визначають майбутній урожай [47, 50].

Забезпеченість кукурудзи поживними речовинами, особливо фосфором, визначає кількість і розмір продуктивних елементів, таких як кількість качанів на рослині та зерен у качані. Молода кукурудза росте повільно, а коренева система ще не розвинена. Вони не здатні поглинати поживні речовини з важкодоступних сполук. Тому важливо забезпечити кукурудзу марганцем (Mn), цинком (Zn) і бором (B), а також сполуками фосфору, щоб стимулювати ріст коренів Кукурудза на стадії 8-10 листків росте швидко. Це супроводжується збільшенням потреб рослини в поживних

речовинах. Нерідко кукурудза страждає від гербіцидного стресу. Тому для підживлення в цей період доцільно використовувати мікродобрива, що містять амінокислоти, фосфіти та рослинні гормони [17].

Враховуючи, що в більшості випадків накопичення доступних мікроелементів у ґрунті є недостатнім для забезпечення рослини необхідною кількістю, а також те, що з певних причин вони не є легкодоступними для кореневої системи рослини, у критичні періоди росту і розвитку слід вносити додаткові мікроелементи. Найбільш ефективним є внесення мікроелементів шляхом позакореневого підживлення мікродобривами у формі хелатів [10].

Для успішного вирощування кукурудзи агрономи повинні враховувати, які мікроелементи є найбільш важливими для належного росту і розвитку культури. Кукурудза вважається найбільш чутливою до нестачі цинку. Цинк є одним з найважливіших елементів живлення для кукурудзи. Цинк не тільки бере участь у синтезі хлорофілу та деяких вітамінів у рослинах, але й підвищує стійкість кукурудзи до температурного стресу (особливо до заморозків та різких перепадів атмосферної температури). Добрива, що містять цинк, слід вносити в нормі 1-2 кг/га до або відразу після сівби. Якщо сівозміна перенасичена кукурудзою і агроном хоче «попередити» дефіцит цинку в наступні 2-3 роки, слід внести 4-5 кг/га цинкових добрив у діючій речовині. Цей дефіцит особливо відчутний на ранніх стадіях розвитку. Якщо коріння кукурудзи ще не зміцніло, а ґрунт піщаний, цинк легко вимивається з коренів. Кукурудза на зерно споживає близько 70 грамів цинку на тону основної продовольчої культури. Потреба кукурудзи в цинку зростає при надлишку мінеральних добрив у ґрунті. Особливо це стосується ґрунтів з високим вмістом фосфору та високим рівнем рН. Надлишок фосфорних добрив у ґрунті також ускладнює засвоєння рослинами цинку [9, 31].

Без цинку рослини не можуть нормально рости. Цинк також позитивно впливає на формування качанів кукурудзи. Він збільшує кількість качанів і допомагає рослині впоратися з несприятливими умовами, такими як посуха, заморозки, холод і спека. Він також забезпечує імунітет і стійкість до

бактеріальних і грибкових захворювань. Цинк регулює біосинтез вітамінів у рослинах, який, у свою чергу, регулює обмін поживних речовин – білків, вуглеводів і фосфору. Кукурудзу легко визначити, чи відчуває вона дефіцит цинку, оскільки вона є унікальною «рослиною-індикатором». Якщо культурі не вистачає певного мікроелемента, рослина негайно сигналізує про це своїм зовнішнім виглядом [17, 34].

Зазвичай дефіцит цинку проявляється за два тижні до цвітіння бульбоцибулин. Спочатку культура починає сповільнюватися в рості. З обох боків листка, між жилками, з'являються білі та жовті смуги. Молоде листя набуває жовтуватого кольору, а нижні листки повністю відмирають. Верхні частини рослини бліднуть, а міжвузля коротшають. Цинкове голодування кукурудзи є основною причиною низької врожайності та низької якості [14]. Ознаки з'являються вже на стадії п'ятого листка. На молодих листках з'являються знебарвлені білуваті ділянки по обидва боки від центральної жилки в нижній третині листка. З часом ці ділянки стають прозорими і в'януть, тоді як центральна жилка і край листка залишаються зеленими. Зміна кольору зазвичай проявляється у вигляді смуг (так звані блідо-жовті смуги на листках), а старіші листки залишаються неушкодженими. У разі значного дефіциту листя стає червонуватим, а кількість колосових зерен зменшується. Нестача цинку може бути спричинена високим вмістом органічної речовини (гумусу) в ґрунті, високим вмістом фосфору, надмірним внесенням фосфорних добрив, високою лужністю ґрунту та холодною вологою погодою, яка перешкоджає засвоєнню цинку рослиною [2, 14].

Застосовуючи цинкові добрива, важливо також пам'ятати, що вони не повинні містити міді. Це пов'язано з тим, що ці два елементи є антагоністами і нейтралізують дію один одного, що лише посилює дефіцит. Магній також є дуже важливим поживним елементом; він входить до складу хлорофілу і бере участь у синтезі амінокислот і білків у рослинах, впливаючи на цвітіння і запилення. Щоб запобігти дефіциту магнію та забезпечити культуру магнієм, рекомендується вносити магнієві добрива перед посівом. Оксид магнію слід

обирає для бідних ґрунтів з низькою кислотністю, а кальцієво-магнієві сполуки (доломіт) – для кислих ґрунтів. Сульфат магнію найкраще підходить для позакореневого підживлення. На стадії 5-6 листків колір листя змінюється з блідо-зеленого на жовтуватий, причому на старих листках жовтий колір з'являється нерівномірно між жилками, надаючи листю смугастого вигляду. Вони також можуть виглядати як білі плями на червонуватому фоні (на старих листках). Кінчики листків можуть стати більш вираженими, а краї листків – червонуватими. У більш важких випадках листя засихає навколо стебла. Листя стає витягнутим і пониклим. Причинами цього дефіциту є піщані або суглинкові ґрунти, висока кислотність, ущільнення ґрунту, високий вміст калію в ґрунті, холодна і волога погода.

Марганець – елемент, який відіграє важливу роль у фотосинтезі та синтезі білка в рослинах. Він має великий вплив на метаболізм рослин, оскільки впливає на зменшення кількості нітратів і активує певні ферменти. Марганець не рекомендується вносити в ґрунт через його низьке поглинання рослинами і незначну користь від внесення в ґрунт. Для запобігання дефіциту слід звернути увагу на правильний обробіток ґрунту. У випадках явного дефіциту марганець слід вносити шляхом позакореневого підживлення у всіх формах, включаючи сульфатні, оксидні та хелатні добрива. За нестачі марганцю все поле набуває жовтуватого відтінку, листя кукурудзи стає блідо-жовтим, а на старих листках з'являється міжжилковий хлороз. Листя довге і поникле, з короткими міжвузлями і хвилястими краями листової пластинки. На краях і верхівках старих листків з'являються некротичні ділянки, а за сильного дефіциту – і в середині листка [2, 45].

Причинами дефіциту є піщані або пухкі ґрунти з поганою структурою, багаті на гумус ґрунти, сильно кислі ґрунти, кальцифікація та холодна волога погода. Бор відіграє важливу роль у вуглеводному обміні, а також регулює синтез стимуляторів та інгібіторів росту в рослинах. Бор сприяє засвоєнню рослинами кальцію та азоту. Він бере участь у поділі клітин і формуванні

клітинної мембрани, а також впливає на запліднення квітів і утворення пилку. Дефіцит бору може призвести до повної втрати врожаю. Однак такий дефіцит трапляється дуже рідко, і несприятливих наслідків можна запобігти, вносячи під культуру борвмісні добрива в нормі 300 г/га як діючу речовину. Дефіцит бору. Дуже рідко; зі стадії 6-7 листків листя рослини строго підняті вгору і після появи сьомого листка починають біліти міжжилкові жилки, побіління поступово поширюється, листя стає смугастим, а стебло - дуже жорстким [9, 21].

Репродуктивні органи не формуються, тому чекати збору врожаю марно. Як правило, дефіцит може виникнути в ґрунтах, що містять мало або зовсім не містять бору (часто через вимивання), або в піщаних ґрунтах, які нещодавно були кальциновані. Внесення добрив з вмістом бору в якості діючої речовини в нормі 300-400 г/га може виправити ситуацію, але робити це слід негайно. Залізо є необхідним елементом для рослин і бере активну участь у синтезі білка, хлорофілу та фотосинтезі. Ризик дефіциту заліза виникає особливо на погано дренованих ґрунтах: починаючи зі стадії 5-6 листків, колір листя стає блідим, а краї листків поступово засихають. Ріст рослин значно сповільнюється, а верхівки молодих листків нахиляються донизу. Причини: високий вміст гумусу в ґрунті, високий вміст кальцію та заліза, рекультивовані ґрунти, внесення занадто великої кількості азотних добрив [23].

Мідь відіграє важливу роль у вмісті білка та цукру в зерні кукурудзи, оскільки вона активує окислювально-відновні процеси. Мідь бере участь у синтезі лігніну клітинною стінкою і підвищує активність виробництва зерна. Починаючи зі стадії 5-6 листків, листя блідне, а краї листків поступово засихають. Ріст рослин значно сповільнюється, а верхівки молодих листків нахиляються донизу. Причини: високий вміст гумусу в ґрунті, високий вміст кальцію та заліза, рекультивовані ґрунти, надмірне внесення азотних добрив.

Останнім часом дефіцит сірки все частіше спостерігається у виробничій кукурудзи, особливо на темно-каштанових ґрунтах степів: на

стадії 4-5 листків кукурудза виглядає жовтуватою, причому найжовтіші листки розвиваються останніми. У молодих листків пожовтіння відбувається між жилками, а іноді поширюється і на старіші листки, але в більшості випадків вони залишаються зеленими. Дефіцит сірки може бути спричинений ґрунтами з низьким вмістом гумусу або ґрунтами, схильними до вилугування. При перших ознаках дефіциту сірки рекомендується внести сірчане добриво з діючою речовиною 25-50 кг/га (кількість добрива підбирається відповідно до ступеня дефіциту). Крім того, важливо розрізняти дефіцит сірки та дефіцит магнію. При дефіциті сірки рослини виглядають рівномірно жовтуватими і симптоми найбільш виражені на молодих листках, тоді як при дефіциті магнію уражаються старіші листки і розвиваються білі плями з червонуватим краєм [4, 19].

Згідно з науковими дослідженнями, найбільше поживних речовин рослини кукурудзи потребують під час появи волоті, тобто на початку цвітіння та приблизно через місяць після цвітіння; за даними Д. Шпара, кукурудза особливо потребує мікроелементів цинку та марганцю, дещо менше – міді та бору [11, 31]. Тому сучасні мікродобрива, що містять ці мікроелементи, були б цілком адекватними в даний час. Доведено, що позакореневе підживлення мікродобривами сприяє збільшенню висоти трави та інших біологічних параметрів, а також покращенню якості врожаю [12, 33]. Процес цвітіння волоті (чоловічого суцвіття кукурудзи) і подальше запліднення для формування зерен сильно залежить від погодно-кліматичних факторів і доступності поживних речовин. Як тільки починається період молочної стиглості, процес накопичення поживних речовин в зерні триває. В майбутньому це визначатиме вагу кукурудзи, тому підживлення кукурудзи в цей період збільшить вагу зерна на 1000 зерен.

Якщо позакореневе підживлення мікродобривами проводиться в оптимальний час, потреби культури в поживних речовинах можуть бути повністю або частково задоволені. Як наслідок, підвищується рівень врожайності [13]. Єдиної думки щодо питання ефективної уніфікованої

схеми застосування мікродобрив у системах удобрення кукурудзи немає, і дослідження в цьому напрямі тривають. Механізм впливу азотних добрив на вихід мікроелементів можна розглядати через їх вплив на лужність ґрунту, гумус і ґрунтову мікрофлору. Наприклад, внесення 100 кг/га аміачної селітри як весняного добрива під озимі культури може знизити рН ґрунтового розчину з 0,5 до 1 на чорноземах у цій зоні. Зниження рН ґрунту триває близько двох місяців, тобто в період високої активності рослин щодо поживних речовин. Зниження рН на одну одиницю призводить до значного збільшення рухомості ключових мікроелементів і формування трофічних рівнів мікроелементів [35, 45].

Порушення оптимальних співвідношень мікроелементів у ґрунті також є фактором формування дефіциту поживних речовин. Високий вміст рухомих сполук міді та низький вміст заліза і цинку, характерний для ґрунтів цього регіону, гальмує надходження останніх до рослин. Надмірна вологість ґрунту, особливо надлишок фосфору і нестача калію, знижує рухомість заліза, але підвищує поглинання рослинами кобальту. Низькі або високі температури є негативними факторами для живлення залізом. Високі температури можуть спричинити дефіцит міді, особливо при використанні фосфорних добрив [13, 39]. Тому для регулювання живлення сільськогосподарських культур важливо швидко реагувати на конкретні кліматичні умови року та цілеспрямовано використовувати мікродобрива.

Високоєфективним методом «швидкого реагування» для відновлення балансу мікроелементів у рослинах є позакореневе підживлення мікродобривами. Позакореневе підживлення сільськогосподарських культур слід проводити в найбільш критичні періоди розвитку рослин, спираючись на наукові знання та лабораторні дослідження, індивідуально для кожного типу ґрунту та рівня удобрення, на основі визначення дефіциту конкретних мікроелементів та відповідно до фізіологічних потреб культури. У північних лісових і степових районах, де використовуються фосфорні добрива, не завжди ефективно компенсувати дисбаланс мікроелементів лише за

допомогою позакореневого підживлення. Для запобігання дефіциту мікроелементів внаслідок внесення фосфорних добрив більш ефективним є позакореневе внесення мікроелементів з наступним внесенням мікроелементів у ґрунт [14, с. 1].

Кукурудза є культурою з тривалим вегетаційним періодом і здатна засвоювати поживні речовини у вигляді добрив протягом усього свого життєвого циклу. Окрім макроелементів, рослини кукурудзи потребують для засвоєння ряд мікроелементів. Потреба в них залежить від стадії росту і розвитку рослини. Гібриди кукурудзи, залежно від групи стиглості, можуть засвоювати в середньому 24-30 кг азоту, 8-10 кг фосфору, 25-30 кг калію, 6-10 кг магнію і кальцію, 3-4 кг сірки, 11 г сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку і 200 г заліза [50].

За рівнів удобрення, коли насиченість ґрунту фосфатами та нітратами приблизно однакова, майже завжди потрібні низькі дози комплексних, багатоконпонентних мікродобрив. Якщо забезпеченість ґрунту фосфатами та азотом від помірної до високої, насиченість нітратами не перевищує вдвічі насиченість фосфатами, а дефіцит мікроелементів не виявляється аналітичними методами, внесення мікродобрив не потрібне.

Такий рівень удобрення є оптимальним для використання запасів ґрунту та створення збалансованої системи живлення за мікроелементами. Оцінюючи конкретні методи внесення мікродобрив, слід виходити з тих, які обмежують нормальний розвиток рослин. Там, де рівень забезпеченості ґрунту основними поживними речовинами низький або дуже низький, сформований на фоні неадекватного внесення добрив, мінімальний дефіцит основних поживних речовин є критичним для врожаю. Необґрунтоване застосування мікродобрив може призвести до невиправданих витрат, зниження ефективності виробництва та до 100 % зниження рентабельності [4, 30, 44].

Використання науково обґрунтованого поєднання макро- та мікродобрив сприяє забезпеченню економічно обґрунтованого підвищення

врожайності зернових культур високої якості при дотриманні технології та умов агровиробництва в степових районах. Підвищити коефіцієнт використання поживних речовин мінеральних добрив у 2-2,5 рази, забезпечити збалансоване та гармонійне живлення рослин протягом вегетації, підвищити імунітет та стійкість рослин до несприятливих умов, збільшити рентабельність виробництва зернових культур (в окремих випадках до 49 %) та повернення мікроелементів добрив при гарантованій стійкій прибавці врожайності в середньому до 15-20%, покращення елементного складу продукту без надмірних витрат на невиправдані технологічні елементи, запобігання забрудненню навколишнього середовища та покращення якості врожаю.

Позакореневе підживлення мікродобривами може сприяти збільшенню висоти трави та інших біометричних параметрів, а також покращенню якості врожаю. З іншого боку, позакореневе підживлення сільськогосподарських культур слід проводити в найбільш критичні періоди розвитку рослин, відповідно до фізіологічних потреб культури, на основі наукових знань і лабораторних досліджень, з урахуванням дефіциту конкретних мікроелементів, визначених окремо для кожного типу ґрунту і рівня внесення добрив.

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Місце проведення досліджень

Дослідження проводили в 2025 році на полях СТОВ «Благодатне» в Черкаській області в межах Лісостепової зони України. СТОВ «Благодатне» є багатогалузевим сільськогосподарським підприємством, що здійснює виробничу діяльність у межах Золотоніського району Черкаської області. Село Благодатне розташоване на березі Кременчуцького водосховище. Відстань до районного центру, міста Золотоноші – близько 18 км. Є також близькість до залізничної станції, село Благодатне розташоване приблизно за 1 км від залізничної станції з аналогічною назвою.

Основний напрям господарювання – вирощування зернових, технічних та кормових культур із акцентом на інтенсивних технологіях виробництва. Підприємство функціонує на умовах товарного виробництва, орієнтованого на ринок, та забезпечує стабільний обсяг продукції рослинництва упродовж останніх років. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами типовими та середньогумусними, що забезпечують високий потенціал урожайності.

Територія господарства знаходиться на Дніпровсько–Канівському лесовому плато – підвищеній рівнині, характерній для центральної частини Правобережної України. Абсолютна висота поверхні становить близько 151 м над рівнем моря, що обумовлює переважання вирівняного або слабохвилястого рельєфу. Територія господарства представлена широко розлогим плато, розчленованим системою глибоких балок, які простягаються з півдня на північний схід та північний захід. Вони формують складну мікротериторію агроландшафту та значною мірою впливають на перерозподіл опадів, поверхневий стік і локальні мікрокліматичні умови.

Мікрорельєф характеризується наявністю неглибоких блюдцеподібних або видовжених западин загальною площею 0,2–1,0 га. Ці мікродепресії є

природними пастками для вологи, у яких можливе тимчасове перезволоження, що сприяє формуванню неоднорідності агрофізичних властивостей ґрунту та впливає на ріст і розвиток польових культур.

Загалом територія СТОВ «Благодатне» поєднує рівнинні, хвилясті та ерозійно небезпечні елементи рельєфу, що зумовлює необхідність застосування ґрунтозахисної системи землеробства та раціональної організації сівозмін.

2.2 Ґрунти дослідної ділянки та їх характеристика

Ґрунти Черкаської області вважаються найбільш продуктивними в Україні, однак за деякими агрохімічними параметрами вони поступаються ґрунтам східних і південних областей [3]. Мікрокліматичні умови області, важливі в період вегетації сільськогосподарських культур, компенсують менший вміст елементів живлення, гумусу та підвищену кислотність.

Сільськогосподарські землі Черкаської області становлять більшу частину у структурі земельного фонду області та відповідно складають 69 % від загальної площі області. Серед сільськогосподарських земель провідне місце належить ріллі 87,7% [8]. Найменші площі області зайняті відкритими землями без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом, а їхня частка сягає всього близько 1%. Ґрунтовий покрив Черкаської області представлений чорноземами типовими, чорноземами сильно реградованими, темно-сірими опідзоленими і реградованими, чорноземами опідзоленими, світло сірими та сірими опідзоленими ґрунтами, а за механічним складом – на легкосуглинкові, середньо суглинкові та важко суглинкові ґрунти. У ґрунтовому покриві області переважають чорноземи типові та сильно реградовані (понад 50 %).

В СТОВ «Благодатне» переважають типові чорноземи та зрідка сірі опідзолені. Господарство ретельно вивчає свої ґрунти та не виснажують ґрунтові ресурси за допомогою правильної сівозміни та правильного обробітку та підживлення ґрунту. Чорноземи – багаті темнозбарвлені

гуматним гумусом ґрунти, насичені основами, із зернистою або грудкуватою структурою, що не мають ознак сучасного перезволоження і сформувались під багаторічною трав'янистою рослинністю в континентальному суббореальному поясі.

Типові чорноземи. Зустрічаються в південній частині лісостепу. Мають найхарактерніші морфологічні ознаки чорноземів: потужний гумусований профіль (> 80 см), неглибоке залягання карбонатів (у верхньому перехідному горизонті або в його нижній частині), Е-І перерозподіл відсутній, CaCO_3 у вигляді псевдоміцелію або трубочок.

За гранулометричним складом чорноземи переважно суглинкові, у більшості підтипів відсутні помітні зміни мулистої фракції за профілем, лише в опідзолених існує невеликий її перерозподіл. Хімічний склад чорноземів характеризується рівномірним розподілом SiO_2 та R_2O_3 за профілем, за винятком опідзолених. У Н-горизонті акумулюються N, P, S та інші біофільні елементи, більшістю ґрунти вилугувані від водорозчинних сполук. Гумусу в чорноземах багато, до 12 %, гумусовий профіль прогресивно-акумулятивний, склад гумусу гуматний, гумусові кислоти високо конденсовані, переважають їх фракції, пов'язані з Ca, майже цілком відсутні вільні фульвокислоти. Максимальний вміст гумусу в чорноземах типових, на північ та на південь від зони їх розповсюдження кількість гумусу зменшується.

Фізико-хімічні властивості чорноземів відмінні. Ці ґрунти мають потужний ґрунтово-поглинальний комплекс з великою ЄП (30-70 мг-екв), СНО коливається від 93 до 100 %, ГПК майже повністю насичений Ca та Mg, реакція середовища близька до нейтральної, нейтральна або слаболужна, висока буферність. Фізичні та водно-фізичні властивості чорноземів добрі, консистенція нещільна, висока вологоємність, добра водопроникність. Щільність твердої фази складає 2,4 г/см куб у Н-горизонті й збільшується до 2,7 г/см куб у материнській породі. Щільність ґрунту 1,0-1,6 г/см куб, пористість 55-60 %. У чорноземах лісостепу тип водного режиму періодично промивний. Поживний режим чорноземів оптимальний: дуже високий вміст

валових їх форм, основна частина N знаходиться в органічній формі, але легко вивільняється при мінералізації, багато рухомого фосфору [10].

Ґрунтовий покрив СТОВ «Благодатне» Черкаської області представлений, переважно, чорноземами типовими малогумусними та середньогумусними, сформованими на лесових відкладах. За гранулометричним складом вони належать до середньо- та важкосуглинкових, характеризуються високою природною родючістю та сприятливими агрофізичними властивостями. Основні показники чорноземів регіону: уміст гумусу – 3,8–4,5 %; реакція ґрунтового розчину – нейтральна або слабколужна (рН 6,8–7,4); уміст основних елементів живлення: азот легкогідролізований – 75–110 мг/кг, рухомий фосфор – 70–120 мг/кг, обмінний калій – 90–150 мг/кг. Щільність – 1,20–1,32 г/см³. Потужність гумусового горизонту – 35–55 см. На схилах балок та підвищених ділянках часто спостерігається еродованість ґрунтів, зменшення потужності гумусового профілю й погіршення водно-фізичних властивостей. У западинах навпаки, можливе тимчасове перезволоження та формування більш потужних гумусових горизонтів. Такий ґрунтовий покрив є придатним для вирощування більшості польових культур. Ґрунти добре реагують на внесення органічних та мінеральних добрив, особливо на фосфорні та азотні. Потреба в калію незначна. Ґрунти придатні для вирощування основних сільськогосподарських культур.

2.3 Погодно–кліматичні умови регіону проведення досліджень

Територія господарства належить до помірно-континентального клімату Лісостепу України. Кліматичні умови характеризуються чіткою сезонністю, достатньою кількістю тепла та нестійким режимом зволоження, що визначає потребу адаптації технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур до погодних умов року. Середньорічна температура повітря становить +8,0...+8,5 °С. Сума активних температур (>10 °С) – близько 2800–3000 °С за вегетаційний період. Середня тривалість

безморозного періоду – 160–175 діб. Річна кількість опадів – 520–600 мм, з яких 65–70 % припадає на теплий період. Максимум опадів – у червні–липні, мінімум – у лютому. Сніговий покрив нестійкий, висотою 8–12 см.

Для Черкаської області характерні періоди літніх посух, зумовлені високими температурами та нерівномірним розподілом опадів. Зимовий період переважно м'який, із частими відлигами, що впливає на глибину промерзання ґрунту. Такі кліматичні умови є загалом сприятливими для вирощування зернових, олійних та круп'яних культур, зокрема кукурудзи, сої, сорго, але потребують адаптивних технологій, що враховують коливання вологості та температури.

Клімат помірно-континентальний та помірно-вологий. За даними Черкаської агрометеорологічної станції середня багаторічна температура повітря становить 7,6 °С, але спостерігаються і значні відхилення в окремі роки – від 6,0-6,6 °С до 8,2-9,9 °С. Переважаючими вітрами є північно-західні та південно-східні при середній швидкості 3-8 м/с.

Найтеплішим місяцем є липень, а найхолоднішим січень. Середня багаторічна температура повітря в січні становить 5,6 °С морозу, а липня – 19,4 °С. Максимальна температура повітря влітку може сягати 35-39 °С, а зимою знижується мінімально до -25 °С. Сума ефективних температур вище 5 °С складає близько 3000 °С, вище 10 °С складає 2700 °С. Тобто теплозабезпеченість території добра.

Для району характерні не стійкі умови волого забезпечення як на протязі року, так і за роками. Максимальна кількість опадів за рік спостерігалася у 1980 р., коли випало 784,8 мм опадів, а максимальна у 1975 р. випало 322 мм, що становить 139 % та 57 % відповідно від середньої багаторічної суми. За кількістю опадів по роках особливо різняться вересень та жовтень, в яких коефіцієнт варіювання становить близько 83 % та 74 % відповідно. Максимальна кількість опадів яка спостерігалася у вересні 1971 р. становила 185,6 мм опадів. Також сильно варіює кількість опадів у серпні 61 % та в березні 65 %.

В середньому за рік випадає 580 мм опадів, більша частина яких 67 % припадає на теплий період (квітень-жовтень), коли переважають вологі західні вітри. Найбільша середня кількість опадів, як правило спостерігається в травні 91 мм та в липні 102 мм. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) дорівнює 1,2, що вказує на помірне зволоження району. Найменші коливання вологості повітря відбуваються узимку, коефіцієнт варіювання становить 3,3-4,3 % у жовтні та в листопаді 4,4-4,8 %, а найбільший коефіцієнт з березня по вересень від 7,4-7,6 % та в квітні до 10,1 %. Найменша середньомісячна відносна вологість повітря досягає у квітні та травні до 65,5 % і 62 %.

В літній період спостерігається переважно тепла погода, інколи навіть різким переходом до жаркої. Середня температура повітря у травні та червні досягала 15-25 °С, то у липні та серпні досягла 22-30 °С, а максимальна температура яка спостерігалася в цей період становила 35-40 °С. За показниками зволоження території протягом вегетаційного періоду, господарство належить до помірно зволоженого клімату.

У умовах Черкаської області через весняні приморозки та перепади температур відмічались проблеми з дією гербіцидів на посівах кукурудзи. В сезоні 2025 через достатньо прохолодні умови в кінці квітня та на початку третьої декади травня, коли нічні температури опускались нижче 10°C, аж до 2-4°C, на ранніх посівах часто виникала необхідність внесення страхових гербіцидів у цей період, особливо на полях де не вносились основні (грунтові) гербіциди. Як наслідок, досить часто спостерігали прояв «шаблевидності» кукурудзи та редукцію рядів на качанах кукурудзи, де біля основи качана їх могло бути 18, а до верху лише 8-10, таким чином окремі качани мали пірамідальну форму. Шаблевидність кукурудзи (або «цибулевий листок») – це аномальне скручування листків кукурудзи у вигляді дугоподібних трубок, що викликається переважно фітотоксичною дією ауксиномісних гербіцидів при їх пізньому застосуванні. Це порушує нормальний ріст, може призвести до розтріскування тканин, поганого

формування волоті та качана, а також відкриває шлях для хвороб, як-от пухирчаста сажка.

Також, поточний рік був для кукурудзи досить напруженим щодо шкідників. У посівах кукурудзи в центральних, південних та південно-східних регіонах спостерігали істотне навантаження по лускокрилих шкідниках – кукурудзяний та лучний метелики, бавовникова та озима совки. В окремих регіонах в пастках фіксували 20-30 особин за ніч, що значно перевищує поріг шкодочинності. Такому розвитку сприяла насамперед м'яка зима та суха і спекотна погода у червні-липні в цих регіонах. Через значний розвиток лускокрилих шкідників, у тому числі й озимої совки, на посівах кукурудзи та соняшника, прогнозовано очікували збільшення кількості врожаю, який в зоні ризику інфікування фузаріозом, а ступінь ураження залежав від погодних умов у період дозрівання урожаю та строків збирання.

2.4 Методика і завдання наукових досліджень

Метою дослідження було визначення рівня продуктивності та господарсько-цінних ознак у гібридів кукурудзи за позакореневого підживлення мікродобривом Еколист Моно Цинк (табл. 2.1). Вивчали варіанти інтенсивної технології, яка передбачає комплексне внесення мінеральних добрив та підживлення посівів кукурудзи у різні фази росту і розвитку рослин. В господарстві в 2025 році вирощували середньоранні гібриди кукурудзи Ротанго (ФАО 200), Амбадор (ФАО 230) та Пандорас (ФАО 250) від компанії Syngenta.

Двофакторний польовий дослід закладали методом розщеплених ділянок. Дослідження проводили у чотириразовій повторності. Посівна площа ділянки 50 м², облікова – 25 м². Підживлення мікродобривами Еколист Моно Цинк проводили в нормі 2 л/га згідно рекомендацій розробника у два важливі етапи (критичні фази) щодо забезпеченості кукурудзи макро- та мікроелементами: 4-6 (ВВСН 14-16) та 8-10 (ВВСН 18-20) листків кукурудзи.

Схема польового досліду

Фактор А. Гібрид кукурудзи	Фактор Б. Підживлення
СИ Амбадор СИ Пандорас СИ Ротанго	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фон (N₈₈P₄₀K₂₃) 2. Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк 3. Фон + підживлення у фазу 8-10 листоків Еколист Моно Цинк 4. Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листоків Еколист Моно Цинк

При постановці дослідів, проведенні спостережень і досліджень дотримувалися загальноприйнятих методик і наукових рекомендацій [8, 25]. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проводили протягом вегетації. Фіксували дати наступних фаз розвитку: сходи, викидання волоті, цвітіння волоті та качана, молочна, воскова та зернова стиглість. Стадію поодиноких сходів та інші стадії фіксували, коли вони спостерігалися на 10-15 % рослин, тоді як стадію повної стиглості фіксували, коли вони спостерігалися на більш ніж 75 % рослин.

Вимірювання висоти рослин проводили у двох несуміжних повтореннях для кожного досліджуваного гібриду в п'яти точках з п'ятьма рослинами в кожній (загалом 25 рослин на гібрид). Вимірювання проводили від поверхні ґрунту до верхівки найдовшого (видовженого) листка, а під час цвітіння – від поверхні ґрунту до верхівки видовженого листка за допомогою лінійки. Вимірювання площі листкової поверхні проводили у всіх варіантах досліду на фенологічній стадії за наявності 8-10 листків і до воскової стиглості. Площу листкової поверхні вимірювали лінійним методом і розраховували за такою формулою: $S = k \times l \times n$, де S – площа листкової

поверхні, cm^2 ; k – середній поправочний коефіцієнт, 0,75; l – довжина листка, cm ; n – ширина найширшої частини листка, cm .

Розрахунок структури врожаю проводили для відібраних зразків у двох повтореннях, що не повторюються, шляхом оцінки качана: визначали масу качана, кількість зерен з качана та масу зерна з качана. Визначення маси 1000 зерен проводили згідно з методикою, відбирали дві проби по 500 насінин, зважували на лабораторних вагах і розраховували згідно з ДСТУ 4138-2002 [7]. Облік врожаю зерна кукурудзи проводили методом суцільного обмолочування зерна з кожної ділянки з наступним перерахунком на 100-% чистоту і 14-% баову вологість.

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням математико-статистичних методів для встановлення достовірності результатів досліджень [37]. Розрахунок економічної ефективності технологій вирощування кукурудзи проводили на основі технологічної карти та елементів дослідження, визначених згідно з «Методичними рекомендаціями з визначення економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями».

2.5 Характеристика досліджуваних гібридів та мікродобрива

Ротанго (ФАО 200). Тип гібриду – простий. Інтенсивний тип адаптивності. Вологість зерна складає – 19-23 %. Високоврожайний скоростиглий гібрид, дозволяє отримати ранній урожай зерна й поживного силосу для худоби. Зерно придатне для переробки на крупу. Швидкий ріст на початку вегетації. Еректоїдний тип розміщення листків (підвищена ефективність фотосинтезу). Дуже добре реагує на високий агрофон (в умовах достатнього зволоження). Придатний для сівби в ранні терміни (при температурі $+6...8$ °C на глибині загортання насіння) та для повторного вирощування на тому самому полі (до монокультури). Рекомендований для раннього збирання. Не рекомендується використовувати високі норми гербіцидів групи сульфонілсечовин.

Амбатор (ФАО 230). Середньоранній інтенсивний гібрид кукурудзи з високим потенціалом урожайності за інтенсивних умов вирощування. Має високий потенціал урожаю. Придатний для вирощування в зонах нестійкого зволоження. Швидка вологовіддача зерна в період дозрівання. Стійкий до кореневого і стеблового вилягання. Сівбу рекомендовано проводити в оптимально ранні терміни (за температури +8...10 °С на глибині загортання насіння).

Пандорас (ФАО 250) є продуктивним гібридом з високою стійкістю до умов вирощування, ідеальним для регіонів зі змінними кліматичними умовами та для використання як на зерно, так і для корму. Придатний для повторного вирощування на одному полі (можливість вирощування в монокультурі). Завдяки високій глибині холодостійкості, придатний для сівби в ранні терміни (при температурі +6–8 °С на загортанні). Гібрид із високим потенціалом урожайності. Характеризується відмінними якісними показниками силосу. Має високі показники натурності зерна. Характеризується швидкими темпами розвитку на ранніх етапах росту і розвитку. Відзначається високою холодостійкістю.

Еколист Моно Цинк (Виробник: Ekorlon, Польща). Склад: N 5+Zn 8+S 4). Концентроване добриво з високим вмістом цинку у вигляді хелату EDTA і органічних кислот, рекомендується для живлення всіх сільськогосподарських культур, в першу чергу кукурудзи, цукрового буряку, овочевих та плодкових. Цинк використовують для правильного росту і розвитку рослин, він покращує обмін азоту та процеси фотосинтезу, забезпечує стійкість рослин до коливань температури, посухи. Під впливом цинку поліпшується синтез цукрів і крохмалю, загальний вміст вуглеводів, білкових речовин, хлорофілу.

Еколист Моно Цинк підвищує стійкість рослин до несприятливих факторів погоди (особливо ранніх приморозків), бере участь у синтезі хлорофілу та вітамінів, покращує засвоєння фосфору. При збільшенні доз фосфорного живлення зростає також потреба і в цинку. Рослини реагують на нестачу цинку карликовістю форм і хлорозом листя, а в кукурудзи

з'являються широкі блідо-жовті смуги на двох сторонах листа. Ріст сповільнюється через скорочення міжвузлів, знижується озерненість качанів, або вони взагалі не зав'язуються.

2.6 Агротехніка вирощування кукурудзи в господарстві

В 2025 році попередником кукурудзи в господарстві був соняшник, після збирання якого і подрібнення рослинних решток провели глибоке рихлення дисколаповим глибокорозпушувачем Case IH Ecolo Tiger 875 на глибину 40 см. Під кукурудзу вносили мінеральні добрива в нормі $N_{88}P_{40}K_{23}$: 90 кг/га безводного аміаку в основне удобрення, 90 кг/га ф.в. (10-26-26) перед закриттям вологи (12.03.2025 р.), 70 кг/га ф.в. (8-24) РКД при сівбі.

Закриття вологи провели тракторами Кейс 340, 600 + зубова борона McFarLane на 5-8 см. Передпосівну культивуацію проводили на 5 см (20.04.2025 р.), сівбу – сівалками Horsch Maestro (швидкість сівби 12 км/год), John Deere DB55 (20 км/год.) та Great Plains PD 80-70 з нормою висіву 74 тис. насінин/га в період другої декади квітня до першої декади травня (21.04-07.05.2025 р.).

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ПІДЖИВЛЕННЯ ХЕЛАТНИМИ МІКРОДОБРИВАМИ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ

3.1 Особливості росту та розвитку гібридів кукурудзи на зерно залежно від позакоренових підживлень

Ріст і розвиток рослин залежать від того, наскільки ефективно використовуються фактори навколишнього середовища. Тому ріст і розвиток рослин визначаються біологічними особливостями культури, які дають їй змогу максимально використовувати умови навколишнього середовища.

Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи залежить не тільки від характеристик гібриду, а й від різноманітних агротехнічних прийомів вирощування культури (системи добрив, системи захисту рослин тощо). Ці умови також впливають на інтенсивність і тривалість органогенної стадії, яка відповідає стадії розвитку кукурудзи. Залежно від тривалості вегетаційного періоду гібриди та сорти кукурудзи поділяються на групи ранньої, середньоранньої, середньопізньої та пізньої стиглості, з періодами вегетації 90-100, 105-115, 115-120, 120-130 та 135-140 днів відповідно. Основними критеріями для визначення груп стиглості зерна є ефективна температура вище 10 °С, необхідна для дозрівання, та загальна вологість зерна перед збиранням. На підставі цих даних можна прогнозувати стадію зрілості кукурудзи. Гібридам з різною тривалістю вегетаційного періоду потрібна різна кількість сонячної енергії для досягнення повної зрілості зерна.

Ріст і розвиток кукурудзи безпосередньо залежать від температури і наявності вологи. Кукурудза особливо чутлива до змін умов довкілля в період сівби та сходів (табл. 3.1). У 2025 році досліджувані гібриди кукурудзи були висіяні 5 травня. Повні сходи з'явилися на 6-й день. Гібрид Ротанго (ФАО 200) повністю зійшов на 6-й день, а гібрид Пандорас (ФАО 250) – на 7-й і 8-й дні. Проте всі гібриди за період дослідження пройшли

шлях від посіву до повних сходів за нормальних умов при оптимальній температурі та вологості ґрунту (8-10 днів).

Таблиця 3.1

Дати настання фенологічних фаз гібридів кукурудзи на зерно в 2025 році

Підживлення (фактор В)	Фенологічна фаза			
	ПОВНІ СХОДИ	ПОЧАТОК ВИКИДАННЯ ВОЛОТІ	ПОВНОГО ВИКИДАННЯ ВОЛОТІ	ПОВНЕ ЦВІТІННЯ КАЧАНІВ
Ротанго (ФАО 200)				
Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	11.05	31.05	03.06	09.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	11.05	31.05	03.06	09.06
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	11.05	03.06	06.06	13.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	11.05	02.06	05.06	10.06
Амбадор (ФАО 230)				
Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	11.05	03.06	06.06	11.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	11.05	04.06	07.06	11.06
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	11.05	06.06	09.06	14.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	11.05	05.06	08.06	14.06
Пандорас (ФАО 250)				
Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	11.05	06.06	09.06	15.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	11.05	08.06	11.06	16.06
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	11.05	07.06	10.06	17.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	11.05	10.06	13.06	19.06

Початок проростання спостерігався в різний час у гібридів кукурудзи. Досліджувані гібриди належали до середньоранньої групи стиглості, але найповільніше це відбувалося через 20-22 дні після появи повних сходів у

гібрида Пандорас (ФАО 250) та 23-27 днів у гібрида Пандорас (ФАО 250). Було виявлено, що тривалість міжфазних періодів у гібридів кукурудзи залежала від мінеральних добрив та фону удобрення: 14 днів від сходів до сівби у гібрида Ротанго (ФАО 200), 17 днів у гібрида Амбатор (ФАО 230) та 17 днів у гібрида Пандорас (ФАО 250) при внесенні $N_{88}P_{40}K_{23}$. Період від сходів до цвітіння становив 63 дні у гібрида Амбатор (ФАО 230), 66 і 69 днів у гібридів Амбатор (ФАО 230) і Пандорас (ФАО 250), а період від цвітіння до дозрівання – 15 днів у першого гібрида і 16 днів у другого і третього гібридів. Період від цвітіння до дозрівання становив 31 день для гібрида Ротанго (ФАО 200), 34 і 36 днів для гібрида Амбатор (ФАО 230) і гібрида Пандорас (ФАО 250) відповідно.

Таким чином, як видно з попередньої таблиці, тривалість міжфазного періоду змінюється і залежить від удобрення ($N_{88}P_{40}K_{23}$) та внесення добрив у підживлення відповідно до фенологічної стадії. Найкоротший період від сходів до дозрівання середньоранніх гібридів кукурудзи спостерігався у варіантах, де вносили $N_{88}P_{40}K_{23}$; при внесенні Еколисту моноцинку у фазі 4-6 листків міжфазний період подовжувався на 2-4 дні; при внесенні Еколисту моноцинку у фазі 4-6 листків міжфазний період подовжувався на 2-4 дні.

Період вегетації гібридів кукурудзи залежить від температурного режиму, ступеня водозабезпеченості посівів, сортових особливостей гібрида та рівня мінерального живлення. У зв'язку з цим гібриди кукурудзи слід підбирати таким чином, щоб найкращим чином використовувати місцевий вегетаційний період і забезпечити максимальну врожайність. Гібриди відрізнялися за тривалістю вегетаційного періоду: 96-107 днів для Ротанго (ФАО 200), 98-106 днів для Амбатор (ФАО 230) і 102-113 днів для Пандорас (ФАО 250).

Період цвітіння був довшим переважно у дослідних гібридів на фоні $N_{88}P_{40}K_{23}$ та суміші моноцинкових добрив Еколист, але найдовшим він був у гібрида Амбатор (ФАО 230) у 2025 році – 32 дні. Реакція гібридів на внесення добрив була майже однаковою і характеризувалася тривалим

міжфазним періодом. Макрофаза 5 (ВВНС 51-59), макрофаза 7 (ВВНС 71-79) та макрофаза 8 (ВВНС 83-89) розпочалися пізніше. Загальне збільшення вегетаційного періоду становило від 5 до 12 днів. Водночас вегетаційний період кукурудзи залежав від системи удобрення рослин. Внесення Еколисту моноцинку в мінеральному добриві у фазі 4-6 листків подовжувало фенологічну фазу та вегетаційний період кукурудзи на 1-3 дні, тоді як внесення тукосуміші з Еколистом моноцинку в ґрунті на фоні $N_{88}P_{40}K_{23}$ збільшувало вегетаційний період гібридів кукурудзи середньоранньої групи на 4-8 діб.

Для гібриду Ротанго встановлено, що дата появи повних сходів була однаковою у всіх варіантах досліду – 11 травня, що свідчить про відсутність впливу підживлення на ранні етапи органогенезу. Вплив підживлення починає проявлятися у фазу викидання волоті. У контрольному варіанті перехід до цієї фази відбувся 31 травня, а повне викидання – 3 червня. Однократне внесення цинку у фазу 8–10 листків призвело до помітного прискорення фенології: перехід до фази викидання волоті спостерігався 3 червня, а повне викидання – 6 червня, що на 3 дні пізніше, ніж у контролі. Двократне підживлення (4–6 та 8–10 листків) сприяло оптимізації темпів розвитку: викидання волоті починалося 2 червня, а повне – 5 червня. Фаза повного цвітіння качанів наставала між 9–13 червня, залежно від варіанту. Найшвидший розвиток спостерігався при подвійній обробці цинком (10 червня), найповільніший – при одноразовому підживленні у фазу 8–10 листків (13 червня). Гібрид Ротанго чутливо реагує на підживлення цинком, особливо на його дворазове внесення, що забезпечує більш гармонійний та швидкий перехід до генеративних фаз.

Фенологія цвітіння качанів у Амбадора змістилася в межах 11–14 червня, причому одноразове підживлення у фазу 4–6 листків не змінювало строки, у той час як обробка у фазу 8–10 листків затримувала цвітіння до 14 червня. У гібрида Пандорас також усі варіанти мали однакову дату сходів - 11 травня, однак початок генеративного розвитку був помітно пізнішим, що

відповідає біологічним особливостям гібрида із більш високим ФАО. Гібрид Пандорас відзначається найповільнішими темпами розвитку, а підживлення, особливо дворазове, збільшує тривалість вегетаційного періоду. Це узгоджується з приростом листкової поверхні: за рахунок більшого LAI генеративні фази зміщуються на пізніші строки.

Варто підсумувати, що вплив цинкових підживлень проявлявся у генеративний період – починаючи з фази викидання волоті. Середньоранні гібриди реагували по різному: гібрид Ротанго (ФАО 200) реагував пришвидшенням розвитку за подвійного підживлення, Амбадор (ФАО 230) демонстрував чітку залежність строків від термінів підживлення, Пандорас (ФАО 250) характеризувався затримкою розвитку при підживленні, особливо дворазовому, що пов'язано з тривалішим формуванням листкового апарату. В цілому слід відмітити, чим більша асиміляційна поверхня (LAI), тим довше триває генеративний розвиток.

3.2 Вплив позакореневих підживлень на висоту рослин гібридів кукурудзи

Добрива є важливим джерелом поповнення поживних речовин у ґрунті та покращення умов для споживання рослинами поживних речовин, вони є одним з основних факторів підвищення продуктивності польових культур за рахунок збалансованого живлення рослин. Попередні спостереження та дослідження показали, що покращення умов життя гібридів кукурудзи шляхом внесення мінеральних добрив позитивно впливає на інтенсивність утворення та функціонування листової поверхні, ріст рослин та накопичення надземної маси.

Важливим морфологічним і біологічним показником, що характеризує реакцію рослин на зміну умов вирощування, є висота рослин. За даними деяких авторів, за внесення добрив на ранніх стадіях розвитку кукурудзи не спостерігалось різниці у висоті рослин. Однак у період цвітіння висота

рослин і висота прикріплення качана значно зростала зі збільшенням внесення мінеральних добрив.

Аналізуючи дані рис. 3.1, можна пояснити зміну висоти рослин гібридів кукурудзи за роками і варіантами дослідів. У випадку гібриду Ротанго (ФАО 200), на фоновому варіанті з внесенням $N_{88}P_{40}K_{23}$, висота у фазу повної стиглості становила 217,4 см. Додавання Еколист Моно Цинк у фазу 4-6 листків підвищувало висоту рослин гібрида на 14,3–28,9 см. Синергетичний ефект цього добрива сприяв збільшенню висоти ще на 8-10 см, завдяки кращому забезпеченню рослин поживними речовинами. У варіанті з використанням Еколист Моно Цинк у фазах 4-6 та 8-10 листків на фоні $N_{88}P_{40}K_{23}$ рослини досягали висоти 262,7 см у 2025 році.

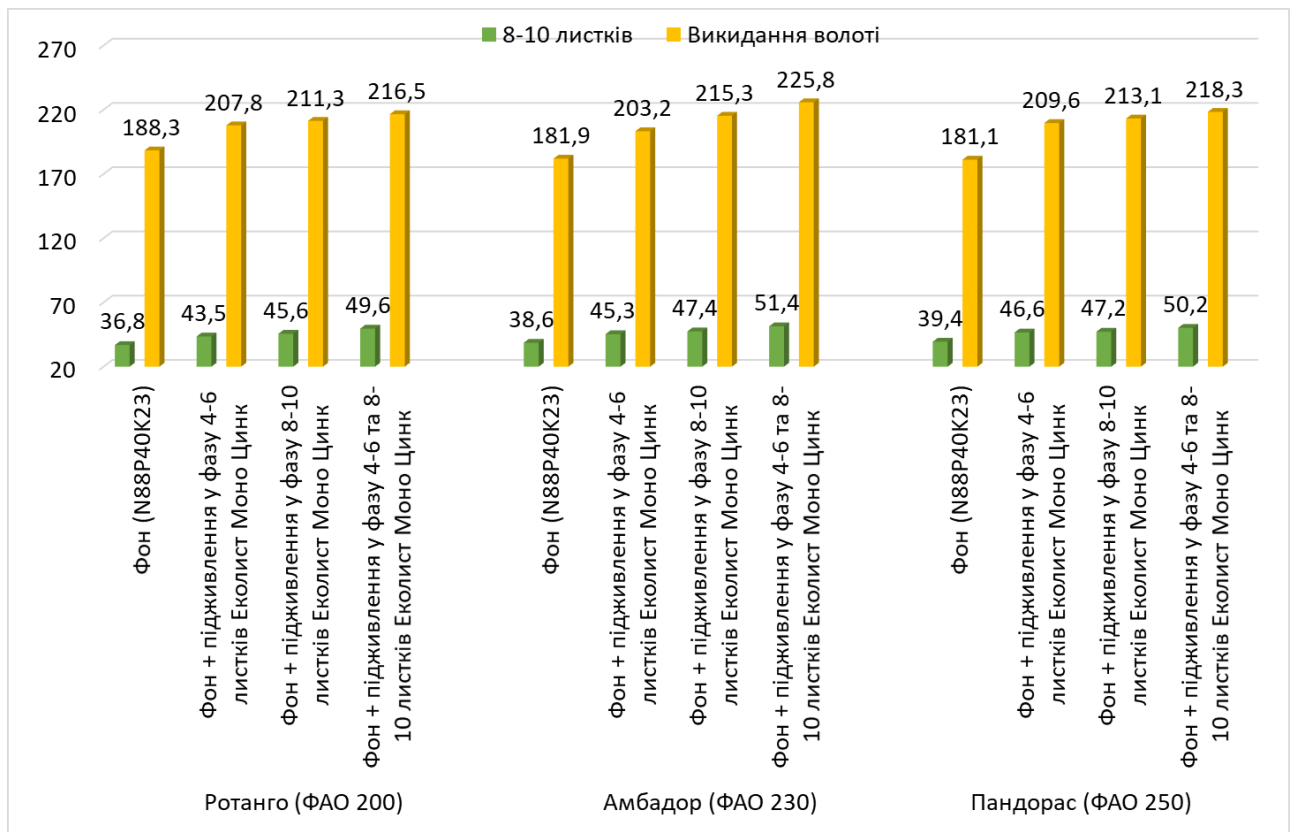


Рис. 3.1 – Висота рослин гібридів кукурудзи в залежності від підживлення, см (2025 р.)

Застосування суміші добрив на гібрид Амбадор (ФАО 230) сприяло збільшенню висоти рослин на 23,1–22,8 см відносно фону та на 6,1–10,6 см

порівняно з одноразовим підживленням. Підсилення дії у фазу 4–6 листків також сприяло приросту рослин у фазу 8-10 листків на 1-2 см.

Схожа залежність спостерігалася і для гібрида Пандорас (ФАО 250). У фазу викидання волоті висота перевищувала фоновий варіант на 15-18,5%, а в молочно-восковій стиглості – на 19,3–54,9 %. Максимальна висота кукурудзи Пандорас (ФАО 250) досягла 265,5 см у повній стиглості зерна при застосуванні цих добрив. Зроблено висновки про максимальний приріст у період між фазами 8-10 листків та викидання волоті. Для гібрида Ротанго (ФАО 200) цей приріст складав 101,7–143,0 см залежно від удобрювання у 2025 році. Загалом, використання Еколист Моно Цинк сприяло невеликому приросту на 8-10 см у цьому гібриді.

У фазі 8–10 листків рослини кукурудзи характеризуються інтенсивним наростанням вегетативної маси та формуванням елементів майбутньої продуктивності. Аналіз отриманих даних свідчить про те, що позакореневе внесення добрива Еколист Моно Цинк сприяло суттєвому збільшенню висоти рослин порівняно з контрольним варіантом (фон N₈₈P₄₀K₂₃). У гібриду Ротанго (ФАО 200) висота рослин у фазу 8–10 листків зростала з 36,8 см (фон) до 49,6 см у варіанті подвійного підживлення (фази 4–6 та 8–10 листків). Гібриди Амбадор (ФАО 230) та Пандорас (ФАО 250) демонстрували аналогічну позитивну динаміку: максимальні показники становили відповідно 51,4 см та 50,2 см, що перевищувало контроль на 12,8–14,0 см.

Порівняльний аналіз графіка 3.1 підтверджує інтенсивніше добове наростання висоти рослин у варіантах із застосуванням Еколист Моно Цинк. Так, у гібриду Ротанго добове збільшення висоти досягало 12,6 см/добу, тоді як у контролі становило лише 10,2 см/добу. Подібні тенденції характерні і для гібридів Амбадор та Пандорас, що свідчить про універсальний характер позитивного впливу мікроелементного живлення. Отже, у цій фазі позакореневе підживлення Еколист Моно Цинк забезпечувало прискорення

ростових процесів на 15–25 %, що є надзвичайно важливим для формування оптимальної структури листкового апарату в ранні терміни вегетації.

Фаза викидання волоті відображає перехід рослини до генеративного розвитку, коли завершується формування елементів продуктивності. На момент виходу волоті у всіх досліджуваних гібридів зафіксовано суттєве збільшення висоти порівняно з контролем під впливом позакоренових підживлень. У гібриду Ротанго висота рослин під час викидання волоті зростає з 188,3 см (фон) до 216,5 см у варіанті подвійного підживлення. У гібриду Амбатор приріст був ще більш виражений – від 181,9 см до 225,8 см, що становить приріст на 43,9 см. Гібрид Пандорас також продемонстрував стабільно високу реакцію зі збільшенням висоти рослин до 218,3 см порівняно з 181,1 см у контролі.

У цілому, між гібридами спостерігалися певні відмінності за інтенсивністю росту. Найбільший ефект за обома фазами встановлено у гібриду Амбатор (ФАО 230), що свідчить про його високу чутливість до мікроелементного живлення. Гібрид Ротанго (ФАО 200) демонстрував стабільну позитивну реакцію, але з дещо меншими абсолютними приростами. Гібрид Пандорас (ФАО 250), як гібрид з вищим ФАО, характеризувався стійким, але помірним збільшенням висоти у ранні фази, компенсуючи це активним приростом у період викидання волоті. Це дозволяє зробити висновок, що гібриди середньоранньої групи стиглості мають оптимальне співвідношення між темпами росту та здатністю до акумуляції мікроелементів.

3.3 Вплив позакоренових підживлень на формування площі листової поверхні посівів кукурудзи

Фотосинтетична активність є важливим фактором для продуктивності рослин. Найсприятливішими умовами є такі, де площа листкової поверхні перевищує площу поля в 4-6 разів, що дозволяє значно підвищити врожайність. Збільшення норми азотних добрив веде до розширення площі

листкової поверхні і фотосинтетичного потенціалу. Площа листкової поверхні є одним із ключових показників, що визначають інтенсивність фотосинтетичної діяльності рослин та їх продуктивний потенціал. Формування оптимальної листкової поверхні залежить від умов мінерального живлення, у тому числі забезпеченості мікроелементами. Одним з критичних чинників для кукурудзи є достатнє забезпечення цинком, який бере участь у синтезі стимуляторів росту (ауксинів), стабілізації мембран та регуляції метаболічних процесів.

Вплив мінеральних цинковмісних добрив на інтенсивність росту кукурудзи поліпшував розміри листової поверхні. Вимірювання проводили для середньоранніх гібридів Ротанго (ФАО 200), Амбадор (ФАО 230), і Пандорас (ФАО 250) у фазах 8-10 листків, викидання волоті та молочно-воскової стиглості зерна. Система удобрення безпосередньо впливала на збільшення асиміляційної площі ще до викидання волоті. Дослідження свідчать, що внесення Еколист Моно Цинк значно впливає на ці показники.

На формування цього показника суттєво впливали біологічні особливості гібридів кукурудзи. Продовж протягом всього вегетаційного періоду переважання в даному показнику було у гібрида Ротанго (ФАО 200) порівняно з Амбадор (ФАО 230) і Пандорас (ФАО 250). Це явище можна пояснити тим, що гібрид ДКС 3476 є середньораннім, що приводить до інтенсивнішого процесу відмирання нижніх листків у другій половині вегетації. Дворазове застосування препарату Еколист Моно Цинк у фазах 4-6 та 8-10 листків підтверджує, що підвищення умісту азоту, фосфору і обмінного калію в ґрунті сприяє реалізації потенційної продуктивності рослин через збільшення індексу та площі листкової поверхні (рис. 3.2).

Аналіз представлених даних показує, що позакореневе внесення добрива Еколист Моно Цинк протягом вегетації сприяло інтенсивнішому формуванню листового апарату кукурудзи. Це підтверджується збільшеними темпами росту рослин у фазу 8–10 листків. У період викидання волоті досліджуваних гібридів кукурудзи спостерігалось найбільше

зростання площі листкової поверхні. Гібрид Ротанго (ФАО 200) демонстрував площу у діапазоні від 31,1 до 45,8 тис.м²/га. Гібрид Амбадор (ФАО 230) мав показники в межах 30,5-44,5 тис.м²/га, а гібрид Пандорас (ФАО 250) – між 26,1 та 39,5 тис.м²/га. Меншим за все була площа листкової поверхні у контрольному варіанті досліді (N₈₈P₄₀K₂₃).

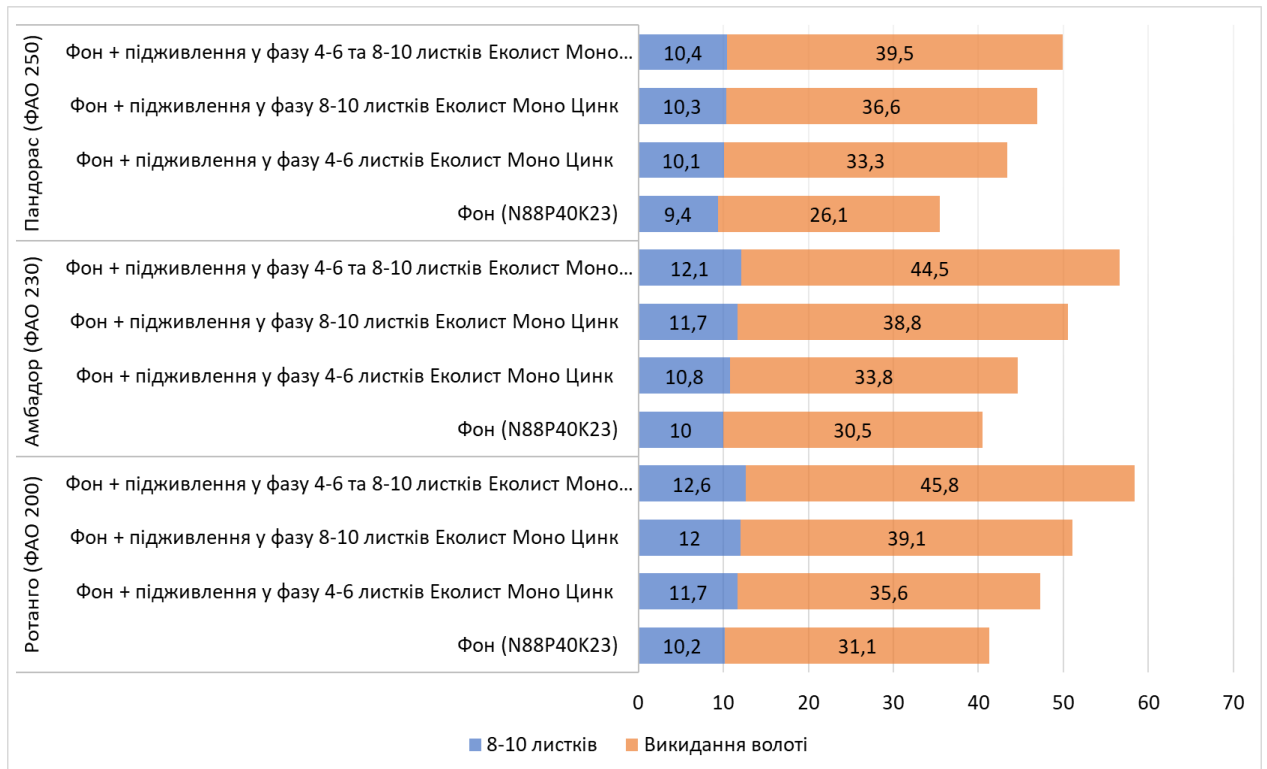


Рис. 3.2 – Вплив підживлення на формування площі листкової поверхні посівами кукурудзи, тис.м²/га (2025 р.)

У всіх гібридів – Ротанго (ФАО 200), Амбадор (ФАО 230) та Пандорас (ФАО 250) – варіанти з одноразовим (у фазу 4–6 або 8–10 листків) та особливо з дворазовим застосуванням цинку демонстрували вищі значення приросту висоти порівняно з контролем. Оскільки приріст висоти в цей період є прямим індикатором активності меристеми та формування асиміляційної поверхні, можна стверджувати, що підживлення стимулювало розвиток листків та збільшення фотосинтетичної площі. Зокрема, у фазу 8–10 листків збільшення інтенсивності росту на 15–20 % свідчить про розширення площі листового апарату, що відповідає науковим даним про роль цинку у стимуляції клітинного поділу та розтягнення.

Фаза викидання волоті є критичною для визначення потенціалу врожайності, оскільки саме в цей період завершується формування листкової поверхні, що забезпечує фотосинтез у фазу наливу зерна. Збільшена висота рослин у цей момент вказує на активний ріст стебла та добре розвинені верхні яруси листків. Підвищення приросту на 10–15 см у порівнянні з контролем є ознакою активного розвитку генеративного вузла та верхніх листків, що мають найбільшу частку у загальній фотосинтетичній активності рослин.

Встановлено, що різні гібриди реагували на підживлення цинком неоднаково. Гібрид Амбатор (ФАО 230) продемонстрував найвищу інтенсивність росту у всіх фазах, що свідчить про його високу потребу та ефективність використання цинку. Гібрид Ротанго (ФАО 200) характеризувався стабільною реакцією, з чітким стимулюванням росту як у вегетативний, так і в генеративний періоди. Гібрид Пандорас (ФАО 250) показав найбільше збільшення інтенсивності росту у фазу викидання волоті, що притаманно гібридам із тривалішим періодом формування листкової поверхні.

3.4 Вплив позакорневих підживлень на кількість качанів

Одним із ключових елементів структури врожаю кукурудзи є кількість качанів, сформованих на одиницю площі. Показник «качани на 100 рослин» безпосередньо відображає реалізацію генеративного потенціалу, залежного від забезпеченості рослин елементами живлення, особливо мікроелементами, що регулюють процеси диференціації генеративних органів. Встановлено, що у варіанті досліду без позакорневих підживлень (фон $N_{88}P_{40}K_{23}$) кількість качанів становила 82,2 шт/100 рослин, що відповідає середньому базовому рівню для ранньостиглих гібридів. Застосування підживлення у фазу 4–6 листків сприяло збільшенню показника до 88,2 шт/100 рослин (+7,2 % до контролю). Ще вищі значення зафіксовано за підживлення у фазу 8–10 листків – 93,1 шт/100 рослин (рис. 3.3).

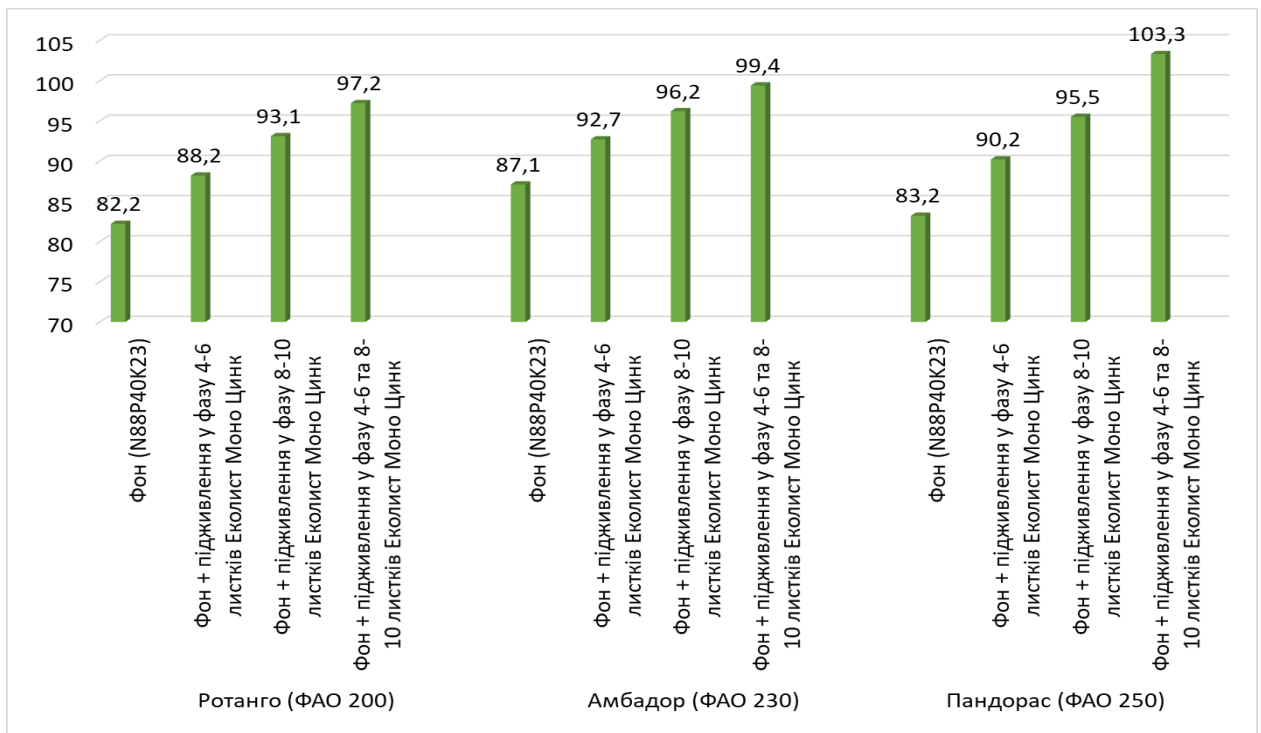


Рис. 3.3 – Кількість качанів на 100 рослин посівів кукурудзи, шт (2025 р.)

Найвищий результат у гібрида Ротанго отримано у варіанті дворазового підживлення (4–6 та 8–10 листків) – 97,2 шт/100 рослин, що на 15,2 шт більше порівняно з контролем. Це свідчить про значну роль цинку у процесах індукції генеративних бруньок і збереження качанів при переході рослини до репродуктивної фази. У гібрида Амбадор (FAO 230) базове значення кількості качанів у контрольному варіанті становило 87,1 шт/100 рослин, що дещо вище, ніж у раннього гібрида Ротанго. Підживлення у фазу 4–6 листків збільшило цей показник до 92,7 шт (+6,4 %), а у фазу 8–10 листків – до 96,2 шт/100 рослин. Найвищу кількість качанів, аналогічно до попереднього гібрида, сформовано за умов подвійної обробки цинковим мікродобривом – 99,4 шт/100 рослин. Це становить приріст у 14 % порівняно з контролем та свідчить про оптимальну реакцію середньостиглого гібрида на забезпечення мікроелементами. Серед досліджуваних гібридів Пандорас відзначився найвищим базовим рівнем формування качанів – 83,2 шт/100 рослин. Позакореневе підживлення у фазу 4–6 листків підвищило показник до 90,2 шт, а у фазу 8–10 листків – до 95,5 шт/100 рослин.

Максимальна кількість качанів – 103,3 шт/100 рослин зафіксована за умов дворазового внесення цинку, що становить збільшення на 20 шт/100 рослин (+24,3 %) порівняно з контролем. Такий результат особливо характерний для гібридів з вищим ФАО, які інтенсивно нарощують вегетативну масу та потребують підвищеного мікроелементного живлення у періоди формування генеративних органів. Приріст у варіанті подвійного застосування: +24,3 %, що є максимальним серед гібридів. Достатнє забезпечення цинком у критичні фази – 4–6 та 8–10 листків сприяє підвищенню кількості продуктивних качанів за рахунок зменшення відсотка недорозвинених качанів.

3.5 Вплив позакоренових підживлень на структуру врожаю середньоранніх гібридів кукурудзи

Позакореневе підживлення кукурудзи у фазу *4–6 листків* істотно впливає на формування врожайності культури. Обробка цинковмісними мікродобривами на цьому етапі сприяє збільшенню площі листкового апарату, посиленню ростових процесів, покращенню забезпечення рослин азотом і фосфором, підвищенню стійкості до стресових чинників та формуванню повноцінних генеративних органів. Фаза *8–10 листків* є другою критичною фазою живлення кукурудзи після фази 4–6 листків. У цей період рослина переходить від інтенсивного формування вегетативної маси до активної підготовки генеративних органів і закладання маси зерна. Позакореневе підживлення у цей період суттєво впливає на ключові фізіолого-біохімічні процеси. Позакореневе підживлення кукурудзи у фазу *8–10 листків* істотно підвищує продукційні параметри культури. Воно сприяє інтенсивному розвитку листкового апарату, покращує засвоєння макро- та мікроелементів, забезпечує повноцінне формування генеративних органів та зменшує ризик абортатії качанів. Формування продуктивності кукурудзи значною мірою визначається розвитком генеративних органів, зокрема морфометричними характеристиками качана: його довжиною, діаметром,

кількістю зерен та масою зерна. У таблиці 3.2 наведено дані щодо впливу позакореневого підживлення Еколист Моно Цинк у фази 4–6 та 8–10 листків на елементи структури врожайності середньоранніх гібридів кукурудзи.

Таблиця 3.2

Показники структури врожаю гібридів кукурудзи залежно від позакорневих підживлень, 2025 р.

Гібрид (фактор А)	Підживлення (фактор В)	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість зерен в качані, шт	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
Ротанго (ФАО 200)	Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	14,2	4,3	433,1	107,2	261,1
	Фон + підживлення у фази 4-6 листків Еколист Моно Цинк	14,8	4,4	508,1	105,6	284,6
	Фон + підживлення у фази 8-10 листків Еколист Моно Цинк	14,6	4,4	457,9	99,7	280,2
	Фон + підживлення у фази 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	15,0	4,5	474,7	102,3	283,7
Амбадор (ФАО 230)	Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	15,1	4,0	499,2	110,4	203,6
	Фон + підживлення у фази 4-6 листків Еколист Моно Цинк	15,5	4,5	516,9	109,0	223,7
	Фон + підживлення у фази 8-10 листків Еколист Моно Цинк	15,3	4,3	507,1	105,0	219,9
	Фон + підживлення у фази 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	15,5	4,6	530,0	105,6	228,9
Пандорас (ФАО 250)	Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	15,4	4,5	452,7	110,3	234,9
	Фон + підживлення у фази 4-6 листків Еколист Моно Цинк	15,9	4,6	513,6	114,2	242,1
	Фон + підживлення у фази 8-10 листків Еколист Моно Цинк	15,8	4,5	457,6	113,5	238,0
	Фон + підживлення у фази 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	16,0	4,6	533,3	104,5	249,9

Позакореневе підживлення Еколист Моно Цинк у фази 4–6 та 8–10 листків сприяло покращенню основних елементів продуктивності качана у всіх гібридів кукурудзи. Найбільш виражений ефект відмічено у гібридів Амбадор (ФАО 230) та Пандорас (ФАО 250), які сформували найбільшу кількість зерен та продемонстрували вагоме збільшення маси 1000 зерен. Гібрид Ротанго реагував менш інтенсивно, але стабільно. Загалом підживлення цинком на критичних етапах органогенезу покращувало як структурні параметри качана, так і якісні характеристики зерна.

Зокрема, середньоранній гібрид Ротанго характеризувався відносно помірними показниками довжини та діаметра качана. На контрольному фоні довжина становила 14,2 см, а діаметр – 4,3 см. Позакореневе підживлення сприяло поступовому, але стабільному збільшенню цих параметрів: довжина зростала до 15,0 см, діаметр – до 4,5 см у варіанті дворазового внесення добрива. Особливо чутливою реакцією відзначалася кількість зерен у качані, яка збільшилась із 433,1 до 508,1 шт, тобто на 17,3 % при внесенні препарату у фазу 4-6 листків. Маса зерна з качана суттєво не змінювалася, що відображає біологічну особливість раннього гібрида, однак маса 1000 зерен збільшилася з 261,1 до 284,6 г, що свідчить про поліпшення наливу зерна.

Гібрид Амбадор (ФАО 230) характеризувався більш потужним морфоутворенням качана. На контролі довжина становила 15,1 см, діаметр – 4,0 см. Підживлення у фазу 4–6 листків сприяло збільшенню діаметра до 4,2 см, а при дворазовому внесенні – до 4,6 см, що свідчить про активізацію ростових процесів у зоні генеративних меристем. Кількість зерен у варіанті з дворазовим підживленням зросла до 530,0 шт, що перевищувало контроль на 30,8 шт. Подібно до гібрида Ротанго, маса зерна з качана дещо знижувалася при збільшенні кількості зерен (105,6 г), що свідчить про розподіл пластичних речовин між більшою кількістю зерен. Водночас маса 1000 зерен зросла з 203,6 до 228,9 г, тобто на 12,4 %, що підтверджує покращення умов наливу.

Гібрид Пандорас продемонстрував найбільш виражену реакцію на позакореневе підживлення. Довжина качана зросла з 15,4 до 16,0 см, а діаметр стабільно залишався високим – 4,5–4,6 см. Кількість зерен у качані збільшилась із 452,7 до 533,3 шт (+17,8 %), що є найвищим показником серед досліджуваних гібридів. Маса 1000 зерен досягла 249,9 г, перевищуючи контроль на 15 г, що свідчить про інтенсивний синтез та акумуляцію пластичних речовин у період наливу зерна. Незначне зменшення маси зерна з качана у варіанті подвійного підживлення (104,5 г) може бути пов'язане з перерозподілом ресурсів при збільшенні кількості зерен.

Підсумовуючи вищенаведене можна констатувати, що гібрид Ротанго (ФАО 200) – найбільш стабільний, з помірним приростом морфометричних показників. Найкраще реагує на підживлення у фазу 4-6 листків. Гібрид Амбадор (ФАО 230) показав найвиразніше збільшення діаметра качана та маси 1000 зерен, що свідчить про високу чутливість до мікроелементного живлення, тоді як гібрид Пандорас (ФАО 250) мав найбільший приріст за кількістю зерен та масою 1000 зерен; найвищу реакція на дворазове внесення добрива.

Встановлено, що позакореневе підживлення Еколист Моно Цинк у фази 4–6 та 8–10 листків сприяло комплексному покращенню морфометричних ознак качана кукурудзи та якісних показників зерна. Встановлено суттєві прирости довжини, діаметра качана, кількості зерен та маси 1000 зерен, особливо у гібридів Амбадор і Пандорас. Отримані результати підтверджують високу ефективність забезпечення рослин цинком у критичні фази органогенезу.

3.6 Якість зерна кукурудзи залежно від позакореневого підживлення

Крім продуктивності гібридів кукурудзи в наших експериментах було проведено оцінювання якості врожаю. Встановлено, що позакореневі підживлення мікродобривом Еколист Моно Цинк у фазу 4-6 та 8-10 листків

значно впливали на якість зерна. Це підживлення сприяло збільшенню вмісту білка: на контрольному варіанті білок складав у середньому 9,28–10,36 %, за одного підживлення – 9,37–10,66 %, за дворазового – 9,43–10,67 %. Найзначніший вміст білка показав середньоранній гібрид Амбадор (ФАО 230) із значенням 10,60–10,67 %. (табл. 3.3)

Таблиця 3.3

Вплив позакореневих підживлень мікродобривом Еколист Моно Цинк на показники якості зерна гібридів кукурудзи, % (2025 р.)

Гібрид (фактор А)	Підживлення (фактор В)	Уміст		
		білку	крохмалю	жиру
Ротанго (ФАО 200)	Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	10,60	74,49	3,69
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	10,66	74,37	3,49
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	10,67	74,37	3,47
Амбадор (ФАО 230)	Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	9,28	73,79	3,52
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	9,37	73,55	3,46
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	9,43	73,58	3,48
Пандорас (ФАО 250)	Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	10,36	74,51	3,33
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	10,45	74,26	3,24
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	10,50	74,20	3,20

Вплив мікродобрива Еколист Моно Цинк на фазі 4-6 листків кукурудзи призводив до підвищення вмісту білка на 0,06-0,09 %, а при двократному внесенні у фазу 4-6 та 8-10 листків – на 0,07–0,15 % порівняно з контрольним варіантом. Гібрид Пандорас (ФАО 250) показав приріст на рівні до 0,14 %. Зміни вмісту крохмалю в зерні були менш виразними; у фоновому варіанті

його рівень становив від 73,79 до 74,51 %, причому під впливом мікродобрива цей показник або залишався стабільним, або злегка зменшувався.

Уміст крохмалю в зерні на контрольному варіанті був найвищим у гібрида Пандорас (ФАО 250) – 74,51 %, тоді як в інших гібридах він коливався в межах від 73,79 до 74,49 %. В середньому, вміст жиру в зерні кукурудзи за використання $N_{88}P_{40}K_{23}$ становив 3,52-3,83 %. Цей показник знижувався в усіх гібридах при обробці мікродобривом Еколист Моно Цинк на 0,01-0,20 %. При внесенні мікродобрива у фазі 4-6 листків кукурудзи максимальний вміст жиру спостерігався у середньораннього гібрида Амбадор (ФАО 230) і складав 3,49 %. В інших гібридах він дорівнював: Ротанго (ФАО 200) – 3,46 % та Пандорас (ФАО 250) – 3,24 %.

3.7 Вплив позакоренових підживлень на урожайність кукурудзи

Урожайність кукурудзи формується під впливом комплексу факторів, серед яких важливе місце займає забезпечення рослин мікроелементами у критичні періоди органогенезу. Позакоренове підживлення у фази 4–6 та 8–10 листків є ефективним агрозаходом, спрямованим на оптимізацію фізіолого-біохімічних процесів, які визначають продуктивність культури. У даному підрозділі наведено результати досліджень впливу підживлення препаратом Еколист Моно Цинк на врожайність середньоранніх гібридів кукурудзи (рис. 3.4).

Врожайність гібриду Ротанго (ФАО 200) на контрольний варіант ($N_{88}P_{40}K_{23}$ без підживлення) забезпечив урожайність 8,81 т/га, що відповідає біологічному потенціалу ранньостиглих гібридів. Внесення цинковмісного мікродобрива у фазу 4–6 листків сприяло підвищенню врожайності до 9,31 т/га, тоді як підживлення у фазу 8–10 листків підвищило цей показник до 9,28 т/га. Найвищу врожайність отримано у варіанті дворазового внесення добрива – 9,94 т/га, що перевищувало контроль на 1,13 т/га або 12,8 %.

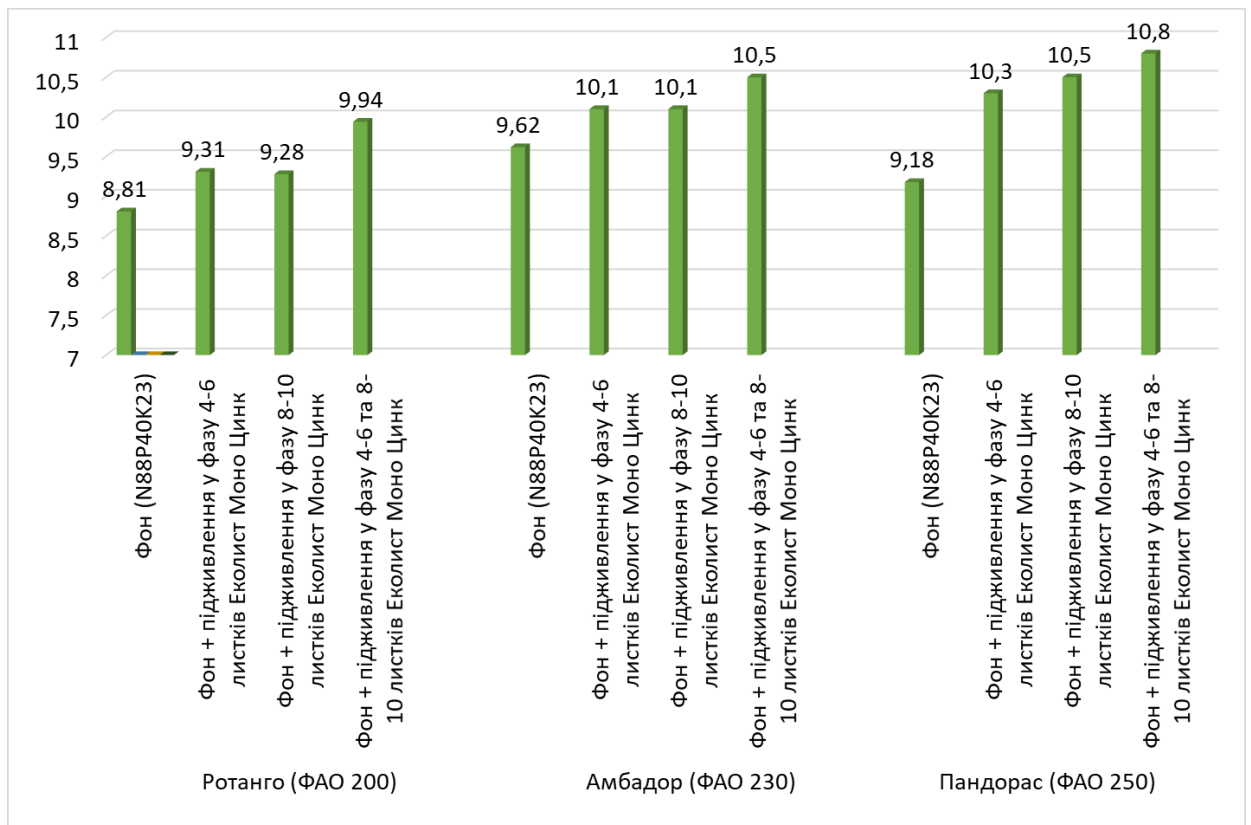


Рис. 3.4 – Урожайність середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від позакорневих підживлень, т/га (2025 р.)

Позитивний вплив підживлення у гібриду Ротанго пов'язаний передусім зі збільшенням кількості продуктивних качанів та покращенням наливу зерна. Водночас рівень приросту не перевищував аналогічні показники гібридів Амбадор та Пандорас через коротший період вегетації.

У гібриду середньоранньої групи стиглості Амбадор (FAO 230) контрольна врожайність становила 9,62 т/га. Підживлення у фазу 4–6 листків забезпечило приріст до 10,10 т/га, а обробка у фазу 8–10 листків – до 10,10–10,12 т/га. Максимальне значення було отримано у варіанті комбінованого внесення добрива – 10,50 т/га, що перевищувало контроль на 0,88 т/га або 9,1 %. Амбадор характеризувався високою стабільністю формування врожаю та чутливістю до покращення мікроелементного живлення. Приріст урожайності у цьому гібриді зумовлений як збільшенням маси 1000 зерен, так і підвищенням кількості зерен у качані.

Гібрид Пандорас (ФАО 250) продемонстрував найбільшу реакцію на підживлення. Контрольна врожайність склала 9,18 т/га, тоді як внесення добрива у фазу 4–6 листків забезпечило значний приріст до 10,30 т/га. Підживлення у фазу 8–10 листків було ще ефективнішим, підвищивши врожайність до 10,50 т/га. Найвищий рівень урожайності (10,80 т/га) даного гібриду отримано у варіанті з дворазовим внесенням добрива, що на 1,62 т/га або 17,6 % більше порівняно з контролем. Приріст урожайності у цього гібриду обумовлений збільшенням кількості зерен у качані, маси 1000 зерен та загального фотосинтетичного потенціалу рослин, що чутливо реагували на додаткове забезпечення цинком. В цілому слід відмітити, що гібрид Ротанго (ФАО 200) забезпечував помірний, але стабільний приріст врожайності і краще реагував на підживлення у фазу 4–6 листків; гібрид Амбатор (ФАО 230) показував високу стабільність та лінійне зростання врожайності за всіх варіантів підживлення; гібрид Пандорас (ФАО 250) був найчутливішим до підживлення, забезпечуючи максимальний приріст врожайності за дворазового внесення цинковмісних мікродобрив.

Встановлено, що позакореневе підживлення кукурудзи мікродобривом Еколист Моно Цинк у фази 4–6 та 8–10 листків позитивно впливає на врожайність культури. Найбільший ефект забезпечує дворазове внесення, яке формує приріст урожайності в межах 0,9–1,6 т/га залежно від гібрида. Гібриди Амбатор і Пандорас продемонстрували найвищу чутливість до цинкового живлення, тоді як Ротанго характеризувався стабільністю на рівні середнього приросту. Отримані результати підтверджують доцільність застосування позакорневих підживлень у критичні фази органогенезу як ефективного агрозаходу підвищення продуктивності кукурудзи в умовах Лісостепу України.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕННЯ

У 2025 році вирощування кукурудзи на зерно в Україні зберігало високу економічну привабливість за умови середньої або вищої врожайності, грамотного управління витратами та уваги до ринкових умов. Проте прибутковість є умовною, вона залежить від багатьох факторів (погода, ринок, логістика). Тобто кукурудза – потенційно високорентабельна культура, але з помітним рівнем ризику. За умови помірної вологості, середньої врожайності на рівні 7–8 т/га, адекватних логістичних умов і стабільного попиту кукурудза залишається однією із найрентабельніших серед польових культур.

За прогнозами USDA / FAS USDA, врожай кукурудзи в сезоні 2025/26 орієнтовно становить 34 млн тонн, що на 29 % більше, ніж минулого року. Інші оцінки (наприклад, від Argus Media) оцінюють середню урожайність на рівні 6,96 т/га, що дещо перевищує п'ятирічне середнє. З підвищенням виробництвом зростає експортний потенціал, очікується, що експорт кукурудзи також підвищиться порівняно з попереднім сезоном. Водночас на ринку спостерігається значна волатильність, наприклад, в жовтні 2025-го ціни на українську кукурудзу на умовах FOB Чорного моря знизилися до \$213/т через масове надходження нового врожаю і зменшення попиту. На внутрішньому ринку кукурудза з доставкою до переробників коштує орієнтовно по $\approx 9\ 000$ грн/т. Отже, 2025 рік з одного боку характеризується перспективою відновлення і навіть зростання виробництва, з іншого – ризиком втрати доходності через падіння цін одразу після жнив.

За однією із оцінок, середні витрати на 1 гектар вирощування кукурудзи в 2025-му складають приблизно 38–40 тисяч грн/га. До складу витрат входять: насіння (гібриди) – близько 6 500 грн/га, добрива – 10 000 грн/га, ЗЗР (захист рослин) – 6 000 грн/га, паливо-мастильні матеріали,

механізовані роботи – 5 500 грн/га, збирання та логістика – 4 000 грн/га; зберігання – 1 200 грн/га, інші – адміністративні, амортизація, фінансові витрати – разом близько 5–6 тис. грн/га. Якщо при таких витратах досягати урожайності на рівні 8 т/га, то собівартість однієї тонни становитиме приблизно 4 838 грн/т. Якщо урожайність 6 т/га – собівартість підвищиться до 6 450 грн/т. Таким чином, економічна ефективність значною мірою залежить від урожайності – чим вона вища, тим нижча собівартість на тонну, і тим кращий потенціал прибутковості.

Проте навіть якщо врожай хороший, ціни можуть впасти унаслідок надлишкової пропозиції, тиску на експорт та зниження попиту. Це суттєво знижує доходи фермерів. Крім того, врожайність кукурудзи часто колихається і для забезпечення 6–8 т/га потрібне достатнє зволоження у критичні фази. У посушливі або нестабільні роки урожай може бути значно нижчий, що підвищує собівартість на тонну. Навіть при високому врожаї експорт може бути утруднений через проблеми з транспортуванням, портовими перевантаженнями, регуляторними обмеженнями, що знижує експортний ринковий потенціал. Разом з цим українські фермери конкурують на глобальному ринку, де ціни залежать від врожаїв у інших країнах, логістичних умов, курсу валют, споживчого попиту.

Економічна оцінка ефективності технологічних заходів є ключовим критерієм вибору оптимальної системи удобрення у виробничих умовах. Проведені розрахунки включають визначення вартості отриманої продукції, виробничих витрат, собівартості 1 тонни зерна, умовно чистого прибутку та рівня рентабельності. У таблиці наведено економічні показники вирощування трьох гібридів кукурудзи за різних схем застосування позакореневого підживлення Еколист Моно Цинк (табл. 4.1). Економічні показники вирощування гібриду кукурудзи Ротанго на фоновому варіанті досліді, який забезпечив урожайність 8,81 т/га та вартість валової продукції 71 802 грн/га, при виробничих витратах 34 752 грн/га рівень рентабельності становив 107 %.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Вартість продукції зерна з 1 Га, грн.*	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість зерна, грн./т	Умовно чистий прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
Гібрид Ротанго (ФАО 200)						
Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	8,81	71802	34752	3945	37050	107
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	9,31	75877	36997	3974	38880	105
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	9,28	75632	36937	3980	38695	105
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	9,94	81011	38752	3899	42259	109
Гібрид Амбатор (ФАО 230)						
Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	9,62	78403	35997	3742	42406	118
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	10,1	82315	37937	3756	44378	117
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	10,1	82315	37418	3705	44897	120
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	10,5	85575	38462	3663	47113	122
Гібрид Пандорас (ФАО 250)						
Фон (N ₈₈ P ₄₀ K ₂₃)	9,18	74817	36189	3942	38628	107
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	10,3	83945	38890	3776	45055	116
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	10,5	85575	38891	3704	46684	120
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	10,8	88020	39892	3694	48128	121

*- вартість кукурудзи за 1 тону зерна – 8 150 грн за цінами 2025 р.

Підживлення у фазу 4–6 листків збільшило вартість продукції до 75 877 грн/га, проте через підвищення витрат рентабельність знизилася до 105 %. Подібна тенденція простежується і при внесенні у фазу 8–10 листків. Найвищі економічні показники отримано за дворазового підживлення, де

вартість продукції досягла 81 011 грн/га, а умовно чистий прибуток – 42 259 грн/га, що забезпечило найвищий для цього гібриду рівень рентабельності – 109 %. Таким чином, подвійне внесення є економічно доцільним, хоча загальний приріст рентабельності для ранньостиглого гібрида є нижчим порівняно з іншими гібридами.

Середньоранній гібрид Амбатор продемонстрував більш високу економічну віддачу за рахунок вищої урожайності. У контролі вартість продукції становила 78 403 грн/га, виробничі витрати - 35 997 грн/га, а рівень рентабельності – 118 %. Підживлення у фазу 4–6 листків забезпечило зростання вартості продукції до 82 315 грн/га, а прибуток зріс до 44 378 грн/га, хоча рентабельність залишилася майже на рівні контролю – 117 %. Обробка у фазу 8–10 листків показала ще вищу ефективність: прибуток зріс до 44 897 грн/га, а рівень рентабельності – до 120 %. Максимальних показників досягнуто за дворазового підживлення, де умовно чистий прибуток становив 47 113 грн/га, а рентабельність - 122 %. Гібрид Пандорас показав найвищий рівень економічних показників за застосування позакореневого підживлення. У контролі вартість продукції становила 74 817 грн/га, прибуток 38 628 грн/га, а рівень рентабельності - 107 %. Підживлення у фазу 4–6 листків забезпечило збільшення урожайності до 10,3 т/га та відповідно зростання прибутку до 45 055 грн/га при рентабельності 116 %. Підживлення у фазу 8–10 листків дало ще вищий економічний результат: прибуток - 46 684 грн/га, рентабельність - 120 %.

Найкращий економічний ефект отримано в разі дворазового підживлення, яке забезпечило максимальну врожайність (10,8 т/га), вартість продукції 88 020 грн/га, умовно чистий прибуток 48 128 грн/га, а рівень рентабельності - 121 %. Гібрид Пандорас, завдяки високому потенціалу продуктивності, забезпечує найбільшу віддачу від комплексного мікроелементного живлення. Фаза 8–10 листків забезпечує більший економічний приріст, ніж фаза 4–6 листків, завдяки впливу на формування качана та налив зерна.

Результати економічної оцінки свідчать, що застосування цинковмісного добрива Еколист Моно Цинк у технології вирощування кукурудзи є економічно обґрунтованим і забезпечує підвищення прибутковості виробництва. Найвищу економічну ефективність показали середньоранні гібриди Амбадор і Пандорас, у яких приріст умовно чистого прибутку за дворазового внесення становив відповідно 47,1 тис. грн/га та 48,1 тис. грн/га. Дворазове позакореневе підживлення у фази 4–6 та 8–10 листків є найбільш перспективним та рентабельним елементом інтенсивної технології вирощування кукурудзи в умовах Лісостепу України.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі наведено результати досліджень впливу позакореневого підживлення цинковмісним добривом Еколист Моно Цинк на ріст, розвиток, формування елементів продуктивності та економічну ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу України. Підживлення у фази 4–6 та 8–10 листків сприяло активізації фізіолого-біохімічних процесів, що зумовило посилення ростових реакцій рослин, збільшення площі листкової поверхні та покращення структурних елементів качана..

1. Встановлено, що застосування Еколист Моно Цинк забезпечувало збільшення площі листкового апарату на 10–20 %, а інтенсивність добового приросту рослин у фазу 8–10 листків підвищувалась на 8–12 %. Найбільші значення LAI та фотосинтетичного потенціалу формували рослини гібриду Пандорас (ФАО 250), що свідчить про високу чутливість генотипів до забезпечення мікроелементами у критичні фази органогенезу.
2. Позитивний вплив підживлення відзначено на формуванні морфометричних параметрів качана у всіх гібридів. Довжина качана збільшувалася на 0,4–0,8 см, діаметр – на 0,2–0,6 см, а кількість зерен у качані – на 31–80 шт залежно від гібриду та варіанта внесення добрива. Найбільше наростання кількості зерен спостерігалось у гібриду Пандорас, у якого їх число зросло з 452,7 до 533,3 шт. Маса 1000 зерен зростала в межах 12–25 г, що свідчить про покращення наливу зерна і стабілізацію генеративних процесів під впливом цинку.
3. Позакореневе підживлення забезпечувало суттєвий приріст урожайності. Найвищі значення отримано у варіанті дворазового внесення Еколист Моно Цинк: у гібрида Ротанго урожайність зросла з 8,81 до 9,94 т/га (+12,8 %), у Амбадора – з 9,62 до 10,50 т/га (+9,1 %), а у Пандораса – з 9,18 до 10,80 т/га (+17,6 %).

4. Економічна оцінка підтвердила високу окупність застосування мікродобрива. Умовно чистий прибуток у варіанті дворазового підживлення становив 42,3 тис. грн/га у Ротанго, 47,1 тис. грн/га – у Амбадора та 48,1 тис. грн/га – у Пандораса. Рівень рентабельності зростав на 2–14 % порівняно з контролем, що свідчить про економічну доцільність включення підживлення у технологію вирощування кукурудзи.
5. Позакореневе підживлення кукурудзи у фази 4–6 та 8–10 листків є високоефективним агрозаходом, який забезпечує комплексне покращення ростових процесів, структурних елементів продуктивності та підвищення урожайності й рентабельності виробництва культури. Найбільшу агрономічну та економічну ефективність отримано у гібриду Пандорас (ФАО 250), що свідчить про доцільність застосування мікроелементного живлення в інтенсивних технологіях вирощування.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На чорноземах малогумусних Черкаської області для отримання стабільно високоякісних врожаїв зерна кукурудзи на рівні 8-10 т/га рекомендовано вирощувати середньоранні гібриди Амбатор (ФАО 230) та Пандорас (ФАО 250) на фоні внесення $N_{88}P_{40}K_{23}$ з дворазовим підживленням мікродобривом Еколист Моно Цинк у фази 4-6 і 8-10 листків в нормі 2 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авраменко С., Курилов О., Бобров О. Підживлення кукурудзи: маловідоме, але ефективне. *Пропозиція*. 2016. № 5. С. 56-59.
2. Басанець О. Що любить «їсти» кукурудза? Мікроелементи, які необхідні цариці полів. *Superagronom*. 08.02.2018. URL: <https://superagronom.com/articles/143-scho-lyubit-yisti-kukurudzamikroelementi-yaki-neobhidni-tsaritsi-poliv> (дата звернення: 06.10.2025).
3. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин / В. Д. Паламарчук, І. С. Поліщук, С. М. Каленська, Л. М. Єрмакова. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2013. 712 с.
4. Гож О. А., Марченко Т. Ю., Котов Б. С. Вплив комплексних мікродобрив на основні біометричні параметри гібридів кукурудзи. «Біологічні дослідження–2014»: зб. наук. праць V Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2004. С. 28–31.
5. Господаренко Г. М. Розробка та обґрунтування інтегрованої системи удобрення в польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... дра с.-г. наук. Київ, 2001. 42 с.
6. Деряга Є. В. Технологічні заходи оптимізації вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в східному Степу: Автореф. дис...канд. с.-г. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2009. 16 с.
7. ДСТУ 4138-2002. Насіння с.-г. культур. Методи визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України. 2002, 173 с.
8. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник. Книга перша – теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська, Л. М. Пузік, С. І. Попов, Н. М. Музафаров, В. Я. Бухало, Е. А. Криштоп. Харків : Вид-во Майдан, 2016. 314 с.

9. Дудка М., Черчель В. Позакореневе підживлення: необхідність чи альтернатива? *Пропозиція*. 2014. № 6. С. 64-69.
10. Жнива пізніх культур 2022: погодні примхи, якість соняшника та відкладання збору кукурудзи. URL: <https://latifundist.com/spetsproekt/988-zhniva-piznih-kultur-2022-pogodni-primhi-yakist-sonyashnika-ta-vidkladannya-zboru-kukurudzi>
11. Зайцев О. Розширення площ вирощування зернової кукурудзи в Україні нагальна потреба сьогоднішнього дня. *Пропозиція*. 2018. № 11. С. 53.
12. Зерно України: стратегія розвитку, ринку збуту, продовольча та енергетична безпека (електронний ресурс). *Голос України*, 7 серпня 2013 р. № 148 (4398). URL: www.golos.com.ua.
13. Зернове господарство України. Основні проблеми та перспективи розвитку. URL: <http://ua.textreferat.com/referat-9279-2.html>
14. Захарченко Е. А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2019. Вип. 4. С. 8–14.
15. Калінчик М.В. В. С. Шовкалюк, І. М. Калінчик. Стабілізація виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Економіка АПК*. 2014. № 4. С.31-36.
16. Каленська С. М. та ін. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: підручник; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України, Вінниц. нац. аграр. ун-т. Вінниця: Рогальська І. О., 2015. 445 с.
17. 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.

- 18.Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. *Наук. вісн. НУБП України. Сер.: Агрономія.* 2020. Вип. 269. С. 10–17.
- 19.Коваленко О. А., Дробітько А. В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали Міжн. наук.- практ. конф., м. Київ, 13–14 берез. 2018 р.* Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730.
- 20.Крамарьов С.М., Писаренко П.В., Андрієнко А.Л. Продуктивність і якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості за оптимізованої системи удобрення в умовах північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2005. № 4. С. 5–10.
- 21.Крестьянінов Є. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення посівів в умовах лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство.* 2019. Т. 10, № 1. С. 18–26.
- 22.Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180-430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство.* 2016. Вип. 65. С. 128–131.
- 23.Марчук І. У. Живлення та оптимальне удобрення кукурудзи / Пропозиція. URL: <http://propozitsiya.com/ua/zhivlennya-ta-optimalne-udobrennya-kukurudzi>
- 24.Маслак О. Ринок кукурудзи врожаю 2021 року. *Агробізнес сьогодні.* URL: <http://agro-business.com.ua/ostannia-vip-novyna/6636-rynok-kukurudzy-vrozhaiu-2021-roku.html>
- 25.Мельник С. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні; Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2016. 81 с.

26. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Оцінка індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 101–108.
27. Моніторинг ґрунтів, шляхи покращення родючості та екологічної безпеки земель: монографія/ І. С. Брошак, Р. Б. Гевко, С. С. Никеруй, А. О. Вітровий, Б. І. Орник, В. Ф. Скаржинський. Київ: «Економічна думка», 2013. 160 с.
28. Особливості застосування мікродобрив Реаком Плюс сумісно з гербіцидами в технології вирощування кукурудзи. URL: <https://posivna.com.ua/ua/doslidi-agronoma/osoblivosti-zastosuvannya-mikrodoobriv-reakom-plyus-sumisno-z-gerbitsidami-v-tekhnologiji-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 06.10.2025).
29. Паламарчук В.Д. Вплив позакорневих підживлень на стійкість гібридів кукурудзи до вилягання. Збірник наукових праць ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018 № 8. С. 14-25.
30. Паламарчук В.Д., Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Поліщук І.С., Поліщук М.І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 452 с.
31. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Вплив позакорневих підживлень на площу при качанного листка у кукурудзи. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2018 № 9. С. 68-78.
32. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Вплив позакорневих підживлень на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. *Зрошувальне землеробство*. Херсон, 2018. Вип. 69. С. 58-63.
33. Пелех Л.В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 54–61.
34. Пілярська О. О. Продуктивність гібриду кукурудзи Крос 221 М залежно від умов зволоження та густоти стояння рослин в умовах

- південного Степу України: дисертація ... канд. с.-г. наук. Херсон, 2016. 165 с.
35. Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив позакореневих підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 102–109.
36. Присташ І. В. Агрохімічна оцінка застосування добрив під кукурудзу на зерно у сівозміні на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2005. 20 с.
37. Присяжнюк О. І., Каражбей Г. М., Лещук Н. В. та ін. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 10 : методичні вказівки. Київ : Нілан-ЛТД, 2016. 54 с.
38. Рослинництво. Технологія вирощування сільськогосподарських культур/[В.В. Лихочвор]. Л.: НВФ «Українські технології», 2002. 800 с.
39. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. № 64. С. 120–132.
40. Румбах М. Ю. Оптимізація елементів технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України: Автореф. дис...канд. с.-г. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2012. 22 с.
41. Свидинюк І. М., Асанішвілі Н. М., Величко В. П. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від технологічних факторів у північному Лісостепу. *Землеробство*. 2006. № 78. С. 40–46.
42. Сучасні технології АПК. Вирощування основних сільськогосподарських культур: довідник / В. В. Лихочвор, І.І. Марков, М. Я. Дмитришак, В. А. Мокрієнко та ін. 2-ге вид., виправ., доп. К.: Імпрес-Медіа, 2011. 144 с.
43. Танчик С. П., Центилю Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 269. С. 74–83.

44. Технологія вирощування та захисту кукурудзи. практичні рекомендації / Каленська С.М., Танчик С.П., Зозуля О.Л., Мокрієнко В.А., Жемойда В.Л. Національний аграрний університет. К: Колобіг, 2006. 28 с.
45. Філон В.І. Мікродобрива : довідник. Харків, 2018. 242 с.
46. Цехмейструк М. Г., Музафаров Н. М., Манько К. М. Аспекти вирощування кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2212-aspekty-vyroschuvannia-kukurudzy.html> (дата звернення: 06.10.2025).
47. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.
48. Циков В.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т 1. № 1. С. 75–79.
49. Шинкарук Л.М. Вплив удобрення кукурудзи на біометричні показники та елементи структури урожаю кукурудзи в умовах західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 96. Ч. 1. С.443-456.
50. Шпаар Д. К. Гинапп, С. Каленська. Кукурудза: вирощування, збирання, консервування і використання. К., Альфа-стевія ЛТД. 2009. 396 с.