

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**05.01 – МКР. 18 ”С” 2024.01.08. 040 ПЗ**

**Ковальчука Івана Володимировича**

**2024 р.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УДК 633.15.06:631.445.4

**«ПОГОДЖЕНО»**  
Декан агробіологічного  
факультету

**«ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ»**  
Завідувач кафедри рослинництва

\_\_\_\_\_ **В. П. Коваленко**

\_\_\_\_\_ **С. М. Каленська**

«   » \_\_\_\_\_ 2024 р.

«   » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему:**

**«ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО НА  
ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТАХ»**

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми,**

д. с.-г. наук, професор

\_\_\_\_\_ **С. М. Каленська**

**Керівник магістерської роботи**

д. с.-г. н., професор

\_\_\_\_\_ **Н. В. Новицька**

**Виконав**

\_\_\_\_\_ **І. В. Ковальчук**

КИЇВ – 2024

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

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Завідувач кафедри рослинництва**

д. с.-г. наук, професор, академік НААН \_\_\_\_\_ С. М. Каленська

«    » \_\_\_\_\_ 2023р.

**ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

**Ковальчуку Івану Володимировичу**

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

**Тема магістерської кваліфікаційної роботи:** «Оптимізація елементів технології вирощування кукурудзи на зерно на чорноземних ґрунтах», затверджена наказом ректора НУБіП України від «08» 01.2024 р. №18 «С»

**Термін подання завершеної роботи на кафедру 25. 10. 2024 р.**

**Вихідні дані до магістерської роботи:** гібриди кукурудзи: середньоранній ДКС 3476 (ФАО 260), середньостиглі ДКС 4098 (ФАО 310) та Pioneer 9610 (ФАО 340); мікродобриво Еколіст Моно Цинк, підживлення. Ґрунти – чорноземи опідзолені, уміст гумусу 3 %. Вміст легкогідролізованого азоту становить 13,7 мг на 100 г ґрунту, рухомого фосфору підвищений – 12,1 мг на

100 г ґрунту. Серед рухомих фосфатів переважають фосфати кальцію (19 мг) і органічні (52 мг на 100 г ґрунту). Вміст рухомого калію також достатній (13,0 мг на 100 г ґрунту). Сума активних температур вище + 5°C становить 3787 °C, тривалість цього періоду становить 304 дні.

**Перелік питань, що підлягають дослідженню:**

- провести аналіз метеорологічних і кліматичних умов, отриманих в результаті досліджень, з метою оцінки їх відповідності вирощування гібридів кукурудзи на зерно;
- визначення особливостей морфологічного і біологічного розвитку гібридів кукурудзи;
- встановлення впливу цинкових мікродобрив на основні біометричні параметри гібридів кукурудзи;
- дослідити особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від підживлення цинковими добривами;
- розрахувати економічну ефективність застосування цинковмісних мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зерно;
- на основі результатів проведених досліджень сформулювати висновки і пропозиції виробництву.

Дата видачі завдання 06.11.2024 р.

**Завдання прийняв до виконання** \_\_\_\_\_ **І. В. Ковальчук**

**Керівник магістерської роботи**  
**доктор с.-г. н., професор** \_\_\_\_\_ **Н. В. Новицька**

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить три розділи, вступ, висновки, рекомендації виробництву, додатки та список використаних джерел. Магістерська кваліфікаційна роботи викладена на 59 сторінках комп'ютерного тексту, містить 8 таблиць, 1 рисунок. 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 ПАП «Дзвін» Чортківського району Тернопільської області та погодно-кліматичні умови вегетаційних періодів кукурудзи на зерно за 2024 р. 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.....	7
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b>	
1.1 Система живлення кукурудзи на зерно.....	9
1.2 Роль мікроелементів в живленні кукурудзи на зерно.....	15
<b>РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	
2.1 Місце проведення досліджень .....	25
2.2 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень .....	26
2.3 Методика і завдання наукових досліджень.....	29
<b>РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ПІДЖИВЛЕННЯ ХЕЛАТНИМИ МІКРОДОБРИВАМИ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ</b>	
3.1 Особливості росту та розвитку гібридів кукурудзи на зерно залежно від позакореневих підживлень .....	33
3.2 Вплив позакореневих підживлень на висоту рослин гібридів кукурудзи .....	36
3.3 Вплив позакореневих підживлень на формування площі листової поверхні посівів кукурудзи .....	38
3.4 Вплив позакореневих підживлень на висоту рослин та місце кріплення качанів .....	40
3.5 Вплив позакореневих підживлень на висоту рослин та місце кріплення качанів .....	42
3.6 Вплив позакореневих підживлень на висоту рослин та місце кріплення качанів.....	44
3.7 Вплив позакореневих підживлень на урожайність кукурудзи.....	46
<b>РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕННЯ.....</b>	
ВИСНОВКИ .....	51
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	54

## 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 її зростанню та розвитку [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 давати 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].

## 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 N30 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 досконалішими 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 ґрунтових 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 посіву. 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 тонну 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 обирати для бідних ґрунтів з низькою кислотністю, а кальцієво-магнієві

сполуки (доломіт) - для кислих ґрунтів. Сульфат магнію найкраще підходить для позакореневого підживлення. На стадії п'яти-шести 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 листкової 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, багатокомпонентних 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 за темою магістерської роботи виконували на базі ПАП «Дзвін» – одного з найпотужніших сільськогосподарських підприємств Тернопільської області, яке було засноване у 1995 році на базі колишнього КСП «Правда». Центр компанії «Дзвін» розташований у селі Звинячі Чортківського району Тернопільської області. Це 50 км від міста Тернопіль та 21 км від центру Чорткова. Фермерське господарство «Дзвін» обробляє землі в Чортківському та Борщівському районах Тернопільської області.

Загальна площа земельних угідь «Дзвону» становить 10 000 га. Господарство орендує землю в селах Звинячі, Скоморошому, Косові, Ридодубах, Білому Потоці, Семиківцях, у Білобожниці, Білій, Лосячі, Бурштині та Бурдяківцях. Основні культури: зернові, зернобобові, кормові культури, цукровий буряк. Компанія побудувала власну станцію технічного обслуговування і ремонтує транспортні засоби, в тому числі вантажівки, для «Дзвін» і загальних клієнтів.

«Дзвін» активно розвиває молочне скотарство та свинарство. Молочна ферма в селі Звиняч – це ферма з повним циклом виробництва, тобто повною ротацією стада: станом на 2024 рік загальне поголів'я великої рогатої худоби в селі Дзвін складалося з 740 корів української чорно-рябої та голштинської порід, з яких 270 – дійні корови. Щодня на молочну ферму на переробку надходить 7300-7400 літрів молока (середня жирність 3,7).

Фермерське господарство «Дзвін» займається виробництвом цегли. Компанія займається видобутком і обробкою пісковика і працює в двох місцях: завод з виробництва виробів з пісковика в селі Косіф і родовище пісковика в Пелеймському районі.

Філії приватного сільськогосподарського підприємства «Дзвін» мають як сучасне обладнання, так і складські приміщення, тому господарство зберігає всю свою продукцію власними силами. У господарстві «Дзвін» є зерносушарка з дров'яною сушаркою та двома додатковими американськими газовими сушарками (Sukar). Щоб мати можливість відвантажувати зерно безпосередньо в порт, у 2017 році «Дзвін» розробив проєкт будівництва

власного елеваторного комплексу поблизу залізниці, а в 2021 році розпочалося будівництво сучасного Білобожницького елеватора в селі Білобожниця. «Білобожницький елеватор був введений в експлуатацію у 2022 році, що дозволило одночасно зберігати 48 000 тонн на підлогових складах та в силосах. Елеватор у Білобожниці має автомобільний вивантажувальний майданчик, залізничний та автомобільний відвантажувальний майданчик, дві залізничні колії, зерномийний комплекс та зерносушарку STRAHL 11000.

## **2.2 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень**

У Чортківському районі переважають чорноземи та сірі опідзолені ґрунти [27]. Польовий дослід з оптимізація елементів технології вирощування гібридів кукурудзи на зерно проводили на чорноземах опідзолених. Чорноземи опідзолені поєднують у собі ознаки чорноземних і сірих опідзолених ґрунтів. Ознаки перших полягають у добрій і глибокій (до 80-90 см) гумусованості профілю, других – у слабкому перерозподілі по профілю мулистих часточок. Морфологічно це проявляється у плитчастості підорного горизонту, наявності в ньому слабо помітної присипки  $\text{SiO}_2$  а також в ущільненні й збагаченні колоїдами перехідного горизонту. Ці ґрунти сформовані, здебільшого, на лесах, які рідко підстилаються пісками, глинами, крейдомергелями. Для них, як і для чорноземів типових, характерні такі форми видимих карбонатів як прожилки, дутики, журавлики. Ґрунотворна порода їх, як і чорноземів типових, часто в різній мірі оглеєна.

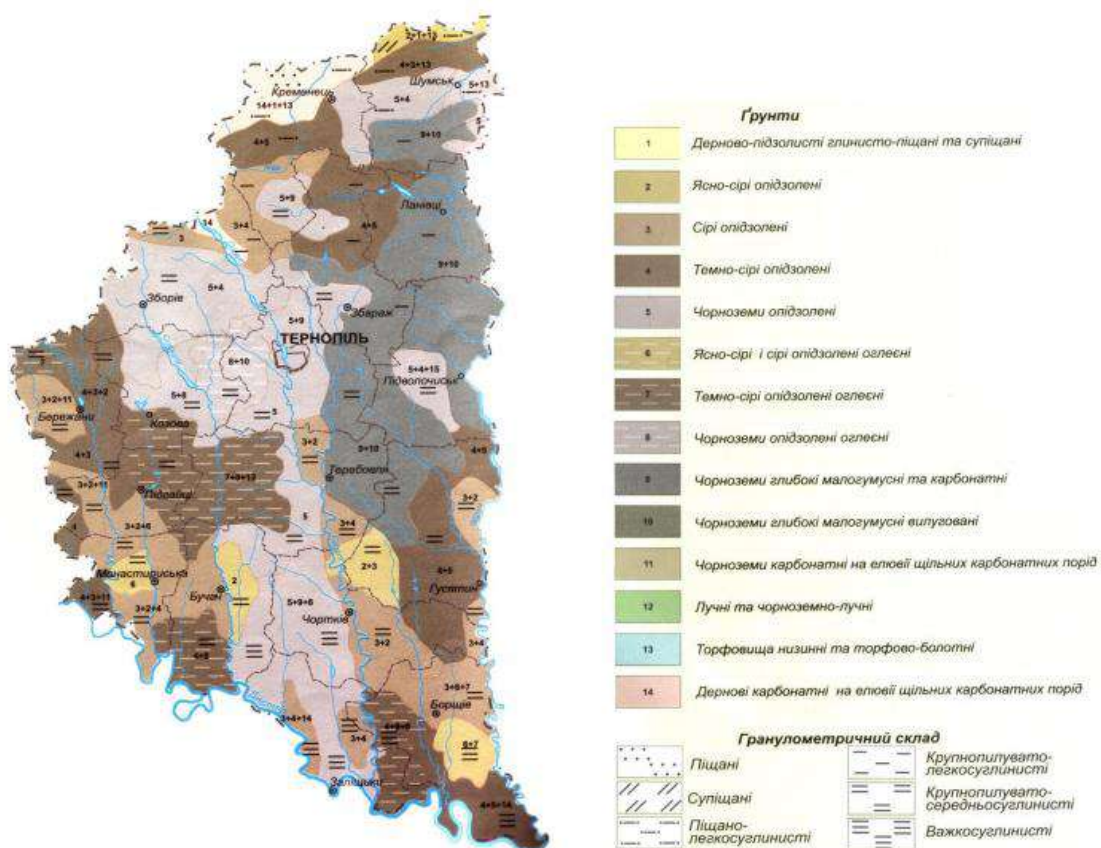


Рис. 2.1 – Ґрунти Тернопільської області [27]

Як і чорноземи типові, чорноземи опідзолені добре агреговані, особливо, мікроагреговані. Кількість агрономічно-цінних агрегатів становить 52-72 %, а тому щільність складення їх невисока, вони пористі і мають добрі водні властивості. Чорноземи опідзолені містять близько 3 % гумусу, який поступово зменшується з глибиною до 0,5 % в межах 100-110 см. Запаси гумусу в гумусованій частині профілю становлять 200-450 т/га. В складі гумусу дещо переважають гумінові кислоти. Відношення їх до фульвокислот становить 1,2-1,5. Реакція ґрунтового розчину цих чорноземів слабо кисла: рН сольове коливається в межах 6,0-6,5, хоч гідролітична (потенційна) їхня кислотність досить висока – біля 4,0 мекв на 100 г ґрунту. Сума обмінних катіонів становить близько 20 мекв на 100 г ґрунту, а ступінь насичення основами – 90 %.

Чорноземи опідзолені володіють достатніми запасами поживних речовин. Вміст легкогідролізованого азоту становить 13,7 мг на 100 г ґрунту,

рухомого фосфору підвищений – 12,1 мг на 100 г ґрунту. Серед рухомих фосфатів переважають фосфати кальцію (19 мг) і органічні (52 мг на 100 г ґрунту). Вміст рухомого калію також достатній (13,0 мг на 100 г ґрунту) [27].

Клімат регіону помірно-континентальний, з м'яким літом, м'якою зимою і достатньою кількістю опадів, формується під впливом радіаційних умов і циркуляції океанічних і континентальних повітряних мас. Ці повітряні маси спочатку прибувають з Атлантики у вигляді циклонів, викликаючи хмарність, опади і прохолодну температуру влітку і снігопади взимку. Ці повітряні маси супроводжуються західними та південно-західними вітрами. Сухі та холодні зими зумовлені дією східного антициклону. Холодні повітряні маси, що проходять через регіон з півночі, приносять заморозки наприкінці весни та на початку осені.

Добова сонячна радіація коливається від 532 кал/см<sup>2</sup> у червні до 130 кал/см<sup>2</sup> у грудні. Річний баланс сонячної радіації становить майже 40 ккал/см<sup>2</sup>: висота сонця над горизонтом опівдні в червні коливається від 63 до 650, у грудні – від 17 до 190, а в день рівнодення – від 40 до 420. Тривалість дня коливається від 8 до 16,5 годин. Сніговий покрив зазвичай тримається з кінця листопада до початку березня. Товщина снігового покриву становить 8-10 см, досягаючи максимуму в кінці лютого. Сніговий покрив тане в кінці березня і коливається між кінцем лютого і початком березня. Максимальна висота снігового покриву (9-16 см) припадає на другу декаду лютого. Річний коефіцієнт зволоження становить 1,11 на півночі і заході, 1 в центрі і 0,92 на південному сході.

Термічний режим має континентальний характер. Річна мінливість атмосферних температур коливається в межах 23-24°C. Найтепліший місяць (липень) має середню температуру від +18 до +19°C, а найхолодніший (січень) – від -4,5 до -5°C. На півдні та південному сході температура коливається від 2600 до 2700°C, на північній низовині – від 2550°C, а на північній та центральній височині – від 2450 до 2470°C. Безморозний період становить 165-170 днів на південному сході і 150-165 днів на решті території країни.

Вегетаційний період становить 205-209 днів, а вегетаційний період з 1 квітня до кінця жовтня – 156-167 днів у центральній частині високогір'я і 162-163 дні в північній і південній долинах. В окремі роки пізньою весною та ранньою осінню можуть траплятися заморозки, посіви можуть бути змиті під час сильних дощів, а зернові можуть псуватися. Влітку прохолодні температури в поєднанні з похмурою погодою можуть затримати ріст сільськогосподарських культур. Загалом, вологість і температурний режим відповідають потребам рослин у теплі, світлі та волозі. Висока родючість землі та сприятливі кліматичні умови сприяють розвитку рослинництва.

У 2024 році попри відсутність масштабної посухи, погодні умови в Тернопільській області цього року були менш сприятливими для сільського господарства, що призвело до розвитку хвороб та механічних пошкоджень рослин унаслідок градобиття, сильних вітрів та поширення хвороб, таких як склеротиніоз, борошниста роса. Проте регіон проведення досліджень цього року не зазнав таких сильних посух, як деякі інші регіони. Кукурудза потрапила в теплий ґрунт, сходи були рівномірними. Під час цвітіння була спека, це не дуже вплинуло на формування врожайності, бо кукурудза вся була запилена.

### **2.3 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 2024 році вирощували середньоранній гібрид ДКС 3476 (ФАО 260), середньостиглі ДКС 4098 (ФАО 310) та Pioneer 9610 (ФАО 340). ДКС 3476 (ФАО 260) – середньоранній гібрид з високою холодостійкістю та толерантний до пошкодження стебловим метеликом. Має високу відносну стійкість до хвороб, високий вміст крохмалю.

Таблиця 2.1

## Схема проведених польових досліджень

Фактор А. Гібрид кукурудзи	Фактор Б. Підживлення
<p>ДКС 3476 (ФАО 260)</p> <p>ДКС 4098 (ФАО 310)</p> <p>Pioneer 9610 (ФАО 340)</p>	<p>1. Фон (N<sub>142</sub>P<sub>22</sub>K<sub>21</sub>)</p> <p>2. Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк</p> <p>3. Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк</p> <p>4. Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк</p>

Гібрид ДКС 4098 (ФАО 310) – має дуже хорошу енергію в ранньому віці, гібрид середньої групи стиглості із високим потенціалом врожайності, володіє сильною кореневою системою та толерантністю до загущення, придатний до вирощування на всіх типах ґрунтів, можливе вирощування на зрошенні.

Pioneer 9610 (ФАО 340) – простий гібрид із зубовидним типом зерна, має добрий стартовий розвиток, формує високу рослину із високим кріпленням качана, стійкий до стеблового вилягання з високим вмістом крохмалю та білка, високою натурою.

Двофакторний польовий дослід закладали методом розщеплених ділянок. Дослідження проводили у чотириразовій повторності. Посівна площа ділянки 50 м<sup>2</sup>, облікова – 25 м<sup>2</sup>. 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 та 8-10 листків кукурудзи.

**Еколист Моно Цинк** (Виробник: Ecorlon, 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.

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 листової поверхні проводили у всіх варіантах дослідів на фенологічній стадії за наявності 8-10 листків і до воскової стиглості. Площу листової поверхні вимірювали лінійним методом і розраховували за такою формулою:  $S = k \times l \times n$ , де  $S$  – площа листової поверхні,  $\text{см}^2$ ;  $k$  – середній поправочний коефіцієнт, 0,75;  $l$  – довжина листка,  $\text{см}$ ;  $n$  – ширина найширшої частини листка,  $\text{см}$ .

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-% базисну 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».

*Агротехніка вирощування кукурудзи в господарстві.* В 2024 році попередником кукурудзи в господарстві був соняшник, після збирання якого провели глибоке рихлення дисколаповим глибокорозпушувачем Case IH Ecolo Tiger 875 на глибину 37 см. Під кукурудзу вносили мінеральні добрива в нормі  $N_{142}P_{22}K_{21}$ : 80 кг/га нітроамофоски (NPK 10-22-15) під рихлення, 250 кг/га карбаміду по мерзлоталому ґрунті, після внесення карбаміду провели дискування на глибину 8-10 см. Навесні внесли сульфат амонію 80 кг/га. Закриття вологи провели тракторами Кейс 340, 600 + зубова борона McFarLane на 5-8 см. Сівбу в господарстві проводили сівалками Horsch Maestro (швидкість сівби 12 км/год), John Deere DB55 (20 км/год.) та Great Plains PD 80-70. Під час сівби вносили 25 кг/га рідкого добрива Квантум Діафан (NPK 5-20-5).

## 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 продуктивно використовується навколишнє середовище. Тому ріст і розвиток рослин визначаються біологічними характеристиками 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 °C, 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 2024 році досліджувані гібриди кукурудзи були висіяні 5 травня. Повні сходи з'явилися на 6-й день. Гібрид ДКС 3476 (ФАО 260) повністю зійшов на 6-й день, а гібрид Pioneer 9610 (ФАО 340) – 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 2024 році

Підживлення	Дати настання				
	Сівби	Повні сходи	Початок викидання волоті	Повного викидання волоті	Повне цвітіння качанів
ДКС 3476 (ФАО 260)					
Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	05.05	11.05	31.05	03.06	09.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	05.05	11.05	31.05	03.06	09.06
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	05.05	11.05	03.06	06.06	13.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	05.05	11.05	02.06	05.06	10.06
ДКС 4098 (ФАО 310)					
Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	05.05	11.05	03.06	06.06	11.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	05.05	11.05	04.06	07.06	11.06
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	05.05	11.05	06.06	09.06	14.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	05.05	11.05	05.06	08.06	14.06
Pioneer 9610 (ФАО 340)					
Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	05.05	11.05	06.06	09.06	15.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	05.05	11.05	08.06	11.06	16.06
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	05.05	11.05	07.06	10.06	17.06
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	05.05	11.05	10.06	13.06	20.06

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

повних сходів у гібрида Pioneer 9610 (ФАО 340) та 23-27 днів у гібрида Pioneer 9610 (ФАО 340). Було виявлено, що тривалість міжфазних періодів у гібридів кукурудзи залежала від мінеральних добрив та фону удобрення: 14 днів від сходів до сівби у гібрида ДКС 3476 (ФАО 260), 17 днів у гібрида ДКС 4098 (ФАО 310) та 17 днів у гібрида Pioneer 9610 (ФАО 340) при внесенні  $N_{142}P_{22}K_{21}$ . Період від сходів до цвітіння становив 63 дні у гібрида ДКС 4098 (ФАО 310), 66 і 69 днів у гібридів ДКС 4098 (ФАО 310) і Pioneer 9610 (ФАО 340), 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 ДКС 3476 (ФАО 260), 34 і 36 днів для гібрида ДКС 4098 (ФАО 310) і гібрида Pioneer 9610 (ФАО 340) відповідно.

Таким чином, як видно з попередньої таблиці, тривалість міжфазного періоду змінюється і залежить від удобрення ( $N_{142}P_{22}K_{21}$ ) та внесення добрив у підживлення відповідно до фенологічної стадії. Найкоротший період від сходів до дозрівання спостерігався у варіантах, де при сівбі вносили 220 кг/га КАС і 150 кг/га нітроамофоски; 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 ДКС 3476 (ФАО 260), 98-106 днів для ДКС 4098 (ФАО 310) і 102-113 днів для Pioneer 9610 (ФАО 340).

Період цвітіння був довшим переважно у дослідних гібридів на фоні  $N_{142}P_{22}K_{21}$  та суміші моноцинкових добрив Еколист, але найдовшим він був у гібрида ДКС 4098 (ФАО 310) у 2024 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  $N_{142}P_{22}K_{21}$  збільшувало вегетаційний період гібридів кукурудзи середньоранньостиглої групи на 4-8 діб.

### **3.2 Вплив позакорневих 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 таблиці 3.2, можна пояснити зміну висоти рослин гібридів кукурудзи за роками і варіантами дослідження. У випадку гібриду ДКС 3476 (ФАО 260), на фоновому варіанті з внесенням  $N_{142}P_{22}K_{21}$ , 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  $N_{142}P_{22}K_{21}$  рослини досягали висоти 262,7 см у 2024 році.

Таблиця 3.2

Висота рослин гібридів кукурудзи в залежності від підживлення, см

Підживлення	8-10 листків	Викидання волоті
<b>ДКС 3476 (ФАО 260)</b>		
Фон ( $N_{142}P_{22}K_{21}$ )	36,8	188,3
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	43,5	207,8
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	45,6	211,3
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	49,6	216,5
<b>ДКС 4098 (ФАО 310)</b>		
Фон ( $N_{142}P_{22}K_{21}$ )	38,6	181,9
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	45,3	203,2
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	47,4	215,3
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	51,4	225,8
<b>Pioneer 9610 (ФАО 340)</b>		
Фон ( $N_{142}P_{22}K_{21}$ )	39,4	181,1
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	46,6	209,6
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	47,2	213,1
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	50,2	218,3

Застосування суміші добрив на гібрид ДКС 4098 (ФАО 310) 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 Pioneer 9610 (ФАО 340). 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 Pioneer 9610 (ФАО 340) 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 ДКС 3476 (ФАО 260) цей приріст складав 101,7–143,0 см залежно від удобрення у 2024 році. Загалом, використання Еколист Моно Цинк сприяло невеликому приросту на 8-10 см у цьому гібриді.

### **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 листової поверхні перевищує площу поля в 4-6 разів, що дозволяє значно підвищити врожайність. Збільшення норми азотних добрив веде до розширення площі листової поверхні і фотосинтетичного потенціалу.

Вплив мінеральних добрив на інтенсивність росту зеленої маси кукурудзи поліпшував розміри листової поверхні. Вимірювання проводили для середньоранніх гібридів ДКС 3476 (ФАО 260), ДКС 4098 (ФАО 310) , і Pioneer 9610 (ФАО 340) 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.

У період викидання волоті досліджуваних гібридів кукурудзи спостерігалось найбільше зростання площі листової поверхні. Гібрид ДКС 3476 (ФАО 260) демонстрував площу у діапазоні від 31,1 до 45,8 тис.м<sup>2</sup>/га. Гібрид ДКС 4098 (ФАО 310) мав показники в межах 30,5-44,5 тис.м<sup>2</sup>/га, а гібрид Pioneer 9610 (ФАО 340) – між 26,1 та 39,5 тис.м<sup>2</sup>/га. Меншим за все була площа листової поверхні у контрольному варіанті досліду (N<sub>142</sub>P<sub>22</sub>K<sub>21</sub>).

Таблиця 3.3

Вплив підживлення на формування площі листкової поверхні посівами  
кукурудзи, тис.м<sup>2</sup>/га (2024 р.)

Підживлення	Фаза росту	
	8-10 листіків	викидання волоті
Гібрид ДКС 3476 (ФАО 260)		
Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	10,2	31,1
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	11,7	35,6
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	12,0	39,1
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	12,6	45,8
Гібрид ДКС 4098 (ФАО 310)		
Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	10,0	30,5
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	10,8	33,8
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	11,7	38,8
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	12,1	44,5
Гібрид Pioneer 9610 (ФАО 340)		
Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	9,4	26,1
Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	10,1	33,3
Фон + підживлення у фазу 8-10 листків Еколист Моно Цинк	10,3	36,6
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	10,4	39,5

На формування цього показника суттєво впливали біологічні особливості гібридів кукурудзи. Продовж протягом всього вегетаційного періоду переважання в даному показнику було у гібрида ДКС 3476 (ФАО 260) порівняно з ДКС 4098 (ФАО 310) і Pioneer 9610 (ФАО 340). 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.

### **3.4 Вплив позакорневих підживлень на висоту рослин та місце кріплення качанів**

Кукурудза є видом, що чутливо реагує на дефіцит цинку у ґрунті. Під впливом цинку посилюється синтез цукрів і крохмалю, збільшується загальний вміст вуглеводів і білків, аскорбінової кислоти та хлорофілу; підвищуються резистентність до посухи, жаро- і холодостійкість. Цинк бере участь у формуванні окисно-відновних, антиоксидантних ферментів і багатьох білків також впливає на стабільність клітинних мембран, процеси запилення та життєздатність насіння.

Одним із ключових показників реакції кукурудзи на умови вирощування та агротехнічні методи є висота рослин. Цей параметр залежить від генетичної структури гібридів, умов вирощування й може змінюватися за різної агротехніки. Генетичні особливості онтогенезу визначають продуктивний потенціал кукурудзи, а його реалізація залежать від конкретних екологічних чинників.

Біометричні вимірювання кукурудзи впродовж вегетаційного періоду показали, що позакореневе підживлення мікродобривом Еколист Моно Цинк забезпечує збільшення лінійних розмірів різних груп стиглості гібридів кукурудзи. Зростання висоти рослин під час цвітіння волотей за позакореневої обробки в фазі 4-6 листків становило від 7 до 14 см, а при обробці в фазах 4-6 та 8-10 листків досягало від 11 до 18 см порівняно з контрольним фоном без підживлень ( $N_{142}P_{22}K_{21}$ ). В результаті проведених експериментів було встановлено, що найбільший приріст висоти рослин, на ділянках, де здійснюється дворазове внесення мікродобрива Еколист Моно Цинк, досягав показників від 11 до 18 см. Так, для гібриду ДКС 3476 (ФАО 260) приріст склав

18,0 см, для ДКС 4098 (ФАО 310) – 13 см, а для Pioneer 9610 (ФАО 340) – 11 см.

Таблиця 3.4

Вплив позакоренових підживлень на висоту рослин та кріплення качанів у гібридів кукурудзи, см (2024 р.)

Гібрид (фактор А)	Варіант дослід (фактор В)	Висота	
		рослин	кріплення качанів
ДКС 3476 (ФАО 260) середньоранній	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	265	108
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	272	116
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	278	119
ДКС 4098 (ФАО 310) середньостиглий	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	274	101
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	281	107
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	286	102
Pioneer 9610 (ФАО 340) середньостиглий	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	270	105
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	279	111
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	281	115

Варто зазначити, що інтенсивність ростових процесів демонструє певні відмінності, які викликаються різною частотою обробки мікродобривом Еколист Моно Цинк. Схожа ситуація простежується у висоті розташування качанів: найвищі результати спостерігалися на ділянках з дворазовим внесенням мікродобрива у фазу розвитку 4-6 і 8-10 листків кукурудзи, де для

гібриду ДКС 3476 висота становила 79 см, для ДКС 4098 (ФАО 310) – 92 см, а для Pioneer 9610 (ФАО 340) – 95 см.

### **3.5 Вплив позакоренових підживлень на висоту рослин та місце кріплення качанів**

У частині показників структури врожаю гібридів кукурудзи, їх продуктивність значною мірою залежить від позакоренових підживлень. З метою досягнення високих врожаїв критично важливо забезпечити максимальну кількість зерен в качані та збільшити вагу кожного зерна. Основні господарсько-цінні ознаки гібридів кукурудзи вивчаються в контексті їх впливу на загальну структуру врожаю. Особливу увагу приділяють таким характеристикам, як «кількість рядів зерен» та «кількість зерен у ряду», оскільки ці параметри істотно впливають на фактичну та потенційну врожайність. Дослідження взаємозалежності між цими показниками та господарсько-цінними ознаками має практичне значення, допомагаючи оптимізувати моделі гібридів кукурудзи з урахуванням специфічних умов агрокліматичних зон вирощування.

Проте досліджувані гібриди різних груп стиглості продемонстрували свої індивідуальні особливості в формуванні структурних елементів урожаю залежно від застосування мікродобрива Еколист Моно Цинк. Варто зауважити, що хоча розміри качанів залишалися у межах характерних для певного біотипу кукурудзи параметрів, застосування добрива все ж сприяло певним змінам. Зокрема, в дослідженні враховували довжину лише озерненої частини качана, яка в контрольних варіантах коливалася в межах 21,6-25,4 см. Використання мікродобрива в фазі 4-6 листків стимулювало її зростання до значень 21,8-25,8 см. Гібрид ДКС 3476 (ФАО 260) з ранньої групи стиглості демонстрував найменшу довжину качана з 21,8 см, а середньостиглий гібрид Pioneer 9610 (ФАО 340) мав найбільшу довжину з показником 25,7 см.

Таблиця 3.5

Показники структури врожаю гібридів кукурудзи залежно від позакореневих підживлень, 2024 р.

Гібрид (фактор А)	Підживлення (фактор В)	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
ДКС 3476 (ФАО 260) середньоранній	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	24,2	4,3	125,7	267,2
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	24,6	4,5	132,9	270,6
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	25,2	4,5	140,0	275,0
ДКС 4098 (ФАО 310) середньостиглий	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	25,1	4,4	165,7	268,1
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	25,3	4,6	171,4	269,9
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	25,5	4,6	177,1	272,0
Pioneer 9610 (ФАО 340) середньостиглий	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	25,4	4,5	172,9	286,4
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	25,8	4,6	175,7	295,0
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	26,0	4,6	182,9	302,0

При двократному внесенні мікродобрива Еколист Моно Цинк у критичні фази розвитку кукурудзи, а саме на етапах 4-6 та 8-10 листків, спостерігалися чудові результати в довжині качана. Для гібридів кукурудзи ДКС 3476 (ФАО 260), ДКС 4098 (ФАО 310) та Pioneer 9610 (ФАО 340), їх значення досягли відповідно 22,0 см, 25,2 см та 26,0 см. Що стосується діаметра качанів, то він залишився практично без змін при використанні даного агротехнічного прийому, проте показав стабільність та залежність від морфологічних

особливостей гібридів. Найбільший діаметр відзначено у середньостиглого гібрида Pioneer 9610 (ФАО 340) з показниками 4,5–4,6 см, тоді як у ранньостиглого ДКС 3476 (ФАО 260) цей показник коливався в межах 4,1–4,2 см. Попереднє позакореневе підживлення мікродобривом Еколист Моно Цинк виявило тенденцію до збільшення розмірів качана на 0,1–0,2 см.

### **3.6 Вплив позакорневих підживлень на висоту рослин та місце кріплення качанів**

Одним із ключових аспектів структури врожаю, що визначає високу врожайність зерна кукурудзи, є маса зерна на качані. Нашими дослідженнями підтверджено, що найбільша маса зерна була досягнута за дворазового внесення мікродобрива Еколист Моно Цинк у фазу 4-6 та 8-10 листків. Наприклад, для гібрида ДКС 3476 (ФАО 260) маса зерна склала 142,7 г. Також були досліджені маси 1000 зерен як показник крупності сформованих зерен. Середньостиглий гібрид Pioneer 9610 (ФАО 340) показав найвищі результати – 302,0 г при двократному застосуванні цього мікродобрива. У всіх досліджуваних гібридах маса 1000 зерен зросла на 7,5-12,4 % порівняно з контролем без підживлень.

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 ДКС 4098 (ФАО 310) із значенням 10,60–10,67 %.

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 Pioneer 9610 (ФАО 340) 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.

Таблиця 3.6

Вплив позакореневих підживлень мікродобривом Еколист Моно Цинк на показники якості зерна гібридів кукурудзи, % (2024 р.)

Гібрид (фактор А)	Підживлення (фактор В)	Уміст		
		білку	крохмалю	жиру
ДКС 3476 (ФАО 260) середньоранній	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	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
ДКС 4098 (ФАО 310) середньостиглий	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	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
Pioneer 9610 (ФАО 340) середньостиглий	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	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

Уміст крохмалю в зерні на контрольному варіанті був найвищим у гібрида Pioneer 9610 (ФАО 340) – 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<sub>142</sub>P<sub>22</sub>K<sub>21</sub> 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 ДКС 4098

(ФАО 310) і складав 3,49 %. В інших гібридах він дорівнював: ДКС 3476 (ФАО 260) – 3,46 % та Pioneer 9610 (ФАО 340) – 3,24 %.

### 3.7 Вплив позакоренових підживлень на урожайність кукурудзи

Застосування мікродобрива Еколист Моно Цинк позитивно вплинуло на зростання та розвиток рослин кукурудзи, що сприяло підвищенню урожайності. Незалежно від скоростиглості гібридів, мікродобриво збільшувало врожайність зерна на 0,6-1,1 т/га з приростом на 5,7-14,7 %.

Таблиця 3.7

Урожайність гібридів кукурудзи залежно від позакоренових підживлень, 2024 р.

Гібрид (фактор А)	Підживлення (фактор В)	Урожайність		
		т/га	% до фону	± до фону
ДКС 3476 (ФАО 260) середньоранній	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	8,8	-	-
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	9,3	5,7	0,5
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	9,8	11,4	1,0
ДКС 4098 (ФАО 310) середньостиглий	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	11,6	-	-
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	12,0	3,4	0,4
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	12,4	6,9	0,8
Pioneer 9610 (ФАО 340) середньостиглий	Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	12,1	-	-
	Фон + підживлення у фазу 4-6 листків Еколист Моно Цинк	12,3	1,7	0,2
	Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8-10 листків Еколист Моно Цинк	12,8	5,8	0,7

Одноразове позакореневе підживлення мікродобривом у фазі 4-6 листків забезпечило підвищення врожайності: ДКС 3476 (ФАО 260) – 8,2 т/га, ДКС 4098 (ФАО 310) – 11,2 т/га, Pioneer 9610 (ФАО 340) – 12,0 т/га. Найвищу врожайність спостерігали при дворазовому внесенні мікродобрива у фази 4-6 та 8-10 листків: ДКС 3476 (ФАО 260) – 8,6 т/га, ДКС 4098 (ФАО 310) – 11,7 т/га та Pioneer 9610 (ФАО 340) – 12,3 т/га. На контрольному варіанті з  $N_{142}P_{22}K_{21}$  урожайність була найнижчою: ДКС 3476 (ФАО 260) – 7,5 т/га, ДКС 4098 (ФАО 310) – 10,6 т/га та Pioneer 9610 (ФАО 350) – 10,9 т/га. Серед гібридів найвищу врожайність показав середньостиглий гібрид Pioneer 9610 з ФАО 340.

Рівень продуктивності досліджуваних гібридів дуже залежав від кількох ключових факторів, серед яких особливо важливими були група стиглості гібриду та використання позакорневих підживлень із застосуванням мікродобрива Еколист Моно Цинк. Ці спостереження повністю підтримують висновки, що містяться в науковій літературі, про критичну роль цинку як мікроелементу, необхідного для успішного вирощування кукурудзи.

## **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕННЯ**

Минулого року світове виробництво кукурудзи зросло завдяки розширенню посівних площ у Китаї (+2,1 млн га), США (+1,2 млн га) та Бразилії (+0,9 млн га). Завдяки цьому ці країни залишаються найбільшими виробниками кукурудзи у світі, що в сукупності становить 770 млн тонн або близько 64 % світового виробництва.

Через війну в Україні змінилися основні покупці української кукурудзи. Раніше поставок майже не здійснювали до Румунії чи Польщі, сусідніх країн, але наразі експорт у цей регіон значно зріс. Це також стосується Угорщини та країн Балтії. Зі зміною напрямків експорту змінилися й торгові умови. Якщо раніше параметри продажу через порти були чіткі, з вимогами щодо стабільної вологості й певного вмісту битих зерен, то зараз європейські покупці наполягають на покращеній якості.

Навесні та влітку 2022 року ціни на зерно в Україні падали через блокування портів і обмежені можливості для експорту. Вдалося реалізувати майже на 20 % менше запланованого обсягу кукурудзи. Проблеми з експортом знизили ціну на кукурудзу до \$200 за тонну. Проте відкриття «зернового» коридору допомогло стабілізувати експортні ціни. У той час внутрішня ціна кукурудзи, яка в 2023 році була стабільною, у 2024 році значно варіювалася. На Заході вона могла досягати 6000 грн/т, тоді як на Сході чи Півночі – 4500 грн/т. Це було обумовлено різким подорожчанням логістики, яке позначилося на фермерах.

На початку вересня 2024 року ціни на кукурудзу в Україні суттєво зросли, зокрема за останні дні підскочили вгору. Основними причинами є несприятливі погодні умови та зменшення обсягів імпорту, що обмежило пропозицію на внутрішньому ринку. Станом на 5 вересня 2024 року середня ціна на кукурудзу становила 6 946 гривень за тонну з ПДВ. За останній місяць

вона піднялася на понад 2 тисячі гривень, демонструючи постійне щоденне зростання.

Аналіз структури витрат при вирощуванні кукурудзи на зерно (табл. 4.1) показує, що найбільша частка витрат припадає на пальне та мінеральні добрива. Зокрема, добрива виступають ефективним, а іноді вирішальним фактором, який не лише збільшує врожайність, а й поліпшує якість зерна кукурудзи. З їх допомогою можна змінювати процеси обміну речовин і викликати активніше накопичення в рослинах білка, жиру та вуглеводів.

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, %
<b>Гібрид ДКС 3476 (ФАО 260)</b>						
Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	8,8	73726	35877	4077	37849	105
Фон + підживлення у фазу 4-6 листіків Еколист Моно Цинк	9,3	77915	36921	3970	40994	111
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8- 10 листків Еколист Моно Цинк	9,8	82104	37489	3825	44615	119
<b>Гібрид ДКС 4098 (ФАО 310)</b>						
Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	11,6	97185	38752	3341	58433	151
Фон + підживлення у фазу 4-6 листіків Еколист Моно Цинк	12,0	100536	39997	3333	60539	151
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8- 10 листків Еколист Моно Цинк	12,4	103887	40937	3301	62950	154
<b>Гібрид Pioneer 9610 (ФАО 340)</b>						
Фон (N <sub>142</sub> P <sub>22</sub> K <sub>21</sub> )	12,1	101374	40418	3340	60956	151
Фон + підживлення у фазу 4-6 листіків Еколист Моно Цинк	12,3	103049	41462	3371	61587	149
Фон + підживлення у фазу 4-6 та 8- 10 листків Еколист Моно Цинк	12,8	107238	42389	3312	64849	153

\*- вартість кукурудзи за 1 тону зерна – 8 378 грн за цінами 2024 р.

В наших дослідженнях найбільша кількість витрат була за рахунок витрат на дворазове підживлення посівів та вартості азотних добрив і коливалася залежно від гібриду в діапазоні 36921-42389 грн. на 1 гектар посіву (див. табл. 4.1). Найменша кількість витрат – в межах 35877-40418 грн/га була на фоновому варіанті досліді, де вносили лише мінеральні добрива в нормі  $N_{142}P_{22}K_{21}$ . Собівартість виробництва 1 т зерна на фоновому варіанті досліді в 2024 році коливалася в межах від 3340 грн/т у гібриду Pioneer 9610 (ФАО 340) до 4077 грн/т у гібриду ДКС 3476 (ФАО 260). На варіанті з двократним внесенням в підживлення мікродобрива Еколист Моно Цинк (фази 4-6 і 8-10 листків) на фоні внесення  $N_{142}P_{22}K_{21}$  показники собівартості були нижчими порівняно з фоновим варіантом, що пов'язано з отриманням вищих показників урожайності.

Вартість вирощеної продукції, отриманої з 1 гектара залежала від величини отриманого урожаю, і найвищі показники були відмічені на варіанті з двократним внесенням в підживлення мікродобрива Еколист Моно Цинк (фази 4-6 і 8-10 листків) на фоні внесення  $N_{142}P_{22}K_{21}$ . Так, вирощування гібриду ДКС 3476 (ФАО 260) залежно від варіанту досліді і з урахуванням підвищення в 2024 році закупівельної ціни на зерно кукурудзи забезпечило одержання від 73726 до 82104 грн/га за вирощену продукцію, гібриду ДКС 4098 (ФАО 310) – від 97185 до 103887 грн/га і гібриду Pioneer 9610 (ФАО 340) – від 101374 до 107238 грн/га відповідно.

Найвищий показник умовно чистого прибутку в досліді був отриманий на ділянках, де вирощували гібрид Pioneer 9610 (ФАО 340) з двократним внесенням мікродобрива Еколист Моно Цинк (фази 4-6 і 8-10 листків) на фоні внесення  $N_{142}P_{22}K_{21}$  і становив 64849 грн з 1 гектара. Рівень рентабельності при вирощуванні гібридів кукурудзи з двократним внесенням мікродобрива Еколист Моно Цинк (фази 4-6 і 8-10 листків) на фоні внесення  $N_{142}P_{22}K_{21}$  становив 111-154 %.

## ВИСНОВКИ

1. Внесення Еколист Моно Цинк в підживлення у фазу 4-6 листків на фоні мінеральних добрив подовжувало тривалість фенологічних фаз та вегетацію кукурудзи на 1-3 дні, тоді як двократне внесення Еколист Моно Цинк у фазу 4-6 та 8-10 листків сприяло зростанню вегетаційного періоду середньоранніх гібридів кукурудзи на 4-8 діб.
2. Протягом періоду цвітіння волотей рослин спостерігався суттєвий приріст їхньої висоти завдяки застосуванню позакореневого підживлення мікродобривом Еколист Моно Цинк. Це підживлення, проведене у фазі розвитку 4-6 листків, сприяло додатковій висоті рослин на 7,0-14,0 см порівняно з контролем ( $N_{142}P_{22}K_{21}$ ). Водночас, коли підживлення здійснювалося двічі – у фазах 4-6 та 8-10 листків – приріст склав вже 11-18 см.
3. Найвищі показники зростання були зафіксовані в експериментальних варіантах, де кукурудза отримувала дворазове підживлення. Для різних гібридів ці результати становили: ДКС 3476 (ФАО 260) показав максимальний приріст на 18,0 см, Гібрид ДКС 4098 (ФАО 310) виріс на 13 см, а Pioneer 9610 (ФАО 340) додала у висоті 11,0 см. Таким чином, використання мікродобрива Еколист Моно Цинк значно вплинуло на збільшення висоти рослин під час їхнього цвітіння.
4. Найвища висота розміщення качанів кукурудзи була досягнута на ділянках, де проводилося дворазове внесення мікродобрива Еколист Моно Цинк під час фаз 4-6 та 8-10 листків рослин кукурудзи. Для гібридів ДКС 3476, ДКС 4098 (ФАО 310) і Pioneer 9610 спостерігалися такі результати: для ДКС 3476 (ФАО 260) висота склала 79 см, для ДКС 4098 (ФАО 310) – 92 см, а для Pioneer 9610 (ФАО 340) – 95 см.
5. Внесення добрива під час цих же фаз дозволило досягти максимальних показників довжини качана: для гібрида ДКС 3476 (ФАО 260) вона дорівнювала 22,0 см, для ДКС 4098 (ФАО 310) – 25,2 см, а для Pioneer 9610 (ФАО 340) – 26,0 см.

6. Завдяки дворазовому позакореновому підживленню всі досліджувані гібриди кукурудзи показали збільшення маси тисячі зерен на 7,5 до 12,4 %, а також зростання вмісту білка на 0,07 до 0,15 %, при цьому спостерігалось зменшення вмісту жиру на 0,01 до 0,20 % у порівнянні з контрольним фоновим рівнем ( $N_{142}P_{22}K_{21}$ ).
7. Найвище значення врожайності гібридів було зафіксовано за умов дворазового застосування мікродобрива Еколист Моно Цинк у фазі 4-6 та 8-10 листків: для ДКС 3476 (ФАО 260) врожайність склала 9,8 тонн на гектар, для ДКС 4098 (ФАО 310) – 12,4 тонн на гектар, а для Pioneer 9610 (ФАО 340) – 12,8 тонн на гектар.
8. За результатами аналізу економічних показників вирощування гібриду кукурудзи Pioneer 9610 (ФАО 340), найбільша вартість валової продукції з 1 га – 107,238 тис. грн./га – була одержана на варіанті із дворазовим внесенням мікродобрива Еколист Моно Цинк у фазу 4-6 та 8-10 листків кукурудзи, умовно чистий прибуток при цьому досягав 64 849 грн/га, рівень рентабельності 153 %.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

На чорноземах опідзолених Тернопільської області для отримання стабільно високоякісних врожаїв зерна кукурудзи на рівні 8-10 т/га рекомендовано вирощувати середньостиглі гібриди ДКС 4098 (ФАО 310) та Pioneer 9610 (ФАО 350) з двократним внесенням мікродобрива 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: 06.10.2024).
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. ... д-ра 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](http://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. НУБІП 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 Тернопільської області: монографія/ І. С. Брошак, Р. Б.

- Гевко, С. С. Никеруй, А. О. Вітровий, Б. І. Ориник, В. Ф. Скаржинський. Тернопіль: «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-mikrodobriv-reakom-plyus-sumisno-z-gerbitsidami-v-tekhnologiji-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 06.10.2024).
29. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих 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 позакореневих 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 позакореневих 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/agronomiiia-siogodni/2212-aspekty-vyroschuvannia-kukurudzy.html](https://business.com.ua/agronomiiia-siogodni/2212-aspekty-vyroschuvannia-kukurudzy.html) (дата звернення: 06.10.2024).

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.