

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА  
РОБОТА**

**05.01 – МКР. 1807 ”С” 2024.10.11. 003 ПЗ**

**ПОНОМАРЕНКА ДМИТРА ОЛЕГОВИЧА**

**2024 р.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УДК 631.8:633.15

**«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:

**«ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ КОМПЛЕКСНИМ  
ДОБРИВОМ»**

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**

\_\_\_\_\_ **Д. О. Пономаренко**

КИЇВ – 2024

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

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Завідувач кафедри рослинництва**

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

«    » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

**Пономаренку Дмитру Олеговичу**

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

**Тема магістерської кваліфікаційної роботи:** «Продуктивність кукурудзи залежно від позакореневого підживлення комплексним добривом», затверджена наказом ректора НУБіП України від «11» 10 2024 р. № 1807 «С»

**Термін подання завершеної роботи на кафедру 20.11.2024 р.**

**Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:** гібриди кукурудзи ДКС 3939 (ФАО 320) та ДКС 3972 (ФАО 300), Квантум Сільвер – висококонцентроване комплексне хелатне мікродобриво (удосконалена формула поєднання добрив Квантум Зернові та Квантум Технічні, містить

підвищений вміст цинку та біологічно активних речовин для стимуляції розвитку кореневої системи). Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем глибокий середньогумусовий крупнопилувато-середньосуглинковий. Вміст гумусу за Тюрінім 4,1–4,5 % (високий); рН сольове 6,0–6,2 (близькі до нейтральних та нейтральні). Вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 135 мг/кг (низький), рухомих сполук  $P_2O_5$  і  $K_2O$  за Чириковим – 207 мг/кг (дуже високий) та 78 мг/кг (середній) відповідно.

### **Перелік питань, що підлягають дослідженню:**

- провести аналіз метеорологічних і кліматичних умов, отриманих в результаті досліджень, з метою оцінки їх відповідності передумовам вирощування кукурудзи;
- визначення особливостей морфологічного і біологічного розвитку та росту, встановлення надземної складової кукурудзи;
- встановлення закономірностей формування врожайності насіння кукурудзи, особливостей водоспоживання під впливом агротехнічних прийомів;
- визначення впливу підживлення на формування маси та висоти рослин, врожайність та елементи структури врожайності кукурудзи;
- розрахунок економічної доцільності вирощування кукурудзи на основі впровадження елементів технології;
- на основі результатів проведених досліджень сформулювати висновки і пропозиції виробництву.

Дата видачі завдання 06.11.2023 р.

**Завдання прийняв до виконання** \_\_\_\_\_ **Д. О. Пономаренко**

**Керівник магістерської роботи**  
**доктор с.-г. н., професор**

\_\_\_\_\_ **Н. В. Новицька**

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 66 сторінках друкованого тексту, містить 17 таблиць, включає 4 основних розділи, висновки та пропозиції виробництву, список джерел літератури в кількості 54 найменування.

В першому розділі роботи висвітлені стан та перспективи вирощування кукурудзи в Україні та світі. Проведено аналіз наукової літератури щодо технологічних заходів вирощування кукурудзи (удобрення) та біологічних вимог культури, особливостей її вирощування.

Другий розділ магістерської роботи присвячений аналізу місця та умов виконання роботи. В ньому описані ґрунтово-кліматичні умови господарства, погодно-кліматичні умови вегетаційного періоду кукурудзи. У третьому розділі подано результати наукових досліджень щодо підживлення кукурудзи на зерно. В четвертому розділі наведено результати розрахунку економічної ефективності технологій вирощування кукурудзи. На основі проведених наукових досліджень зроблено аргументовані висновки та пропозиції виробництву.

Результати польових експериментальних досліджень свідчать, що використання позакореневого підживлення кукурудзи у фазі 3-5 і 6-8 листків баковою сумішшю комплексного добрива Квантум Сільвер сприяло стимуляції ростових процесів у рослинах, поліпшувало показники структури врожаю та впливало на рівень урожайності культури. Таким чином, використання позакореневого підживлення, за умови виконання всіх необхідних елементів технологій вирощування та високого агрофону, сприяє підвищенню врожаю кукурудзи.

*КЛЮЧОВІ СЛОВА: КУКУРУДЗА, КОМПЛЕКСНЕ ДОБРИВО, ПІДЖИВЛЕННЯ, ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ПЕРІОД, ВИСОТА РОСЛИН, УРОЖАЙНІСТЬ, ЯКІСТЬ ЗЕРНА, ПРИБУТОК, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ*

## ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ	
1.1 Господарське значення кукурудзи	10
1.2. Біологічні особливості кукурудзи	12
1.3. Якісні характеристики зерна кукурудзи	21
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1 Місце проведення досліджень	25
2.2 Ґрунти дослідної ділянки та їх характеристика	21
2.3 Кліматичні та погодні умови, їх аналіз на відповідність вимогам кукурудзи на зерно	27
2.4 Програма і методика проведення досліджень	30
2.5 Агротехнічні заходи в досліді	31
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ КУКУРУДЗИ	
3.1 Особливості росту, розвитку та тривалість періоду вегетації гібридів кукурудзи на зерно залежно від удобрення	33
3.2 Вплив удобрення на висоту рослин гібридів кукурудзи	38
3.3 Вплив удобрення на формування площі листкової поверхні посівами кукурудзи	41
3.4 Структура врожаю та урожайність зерна кукурудзи залежно від досліджуваних елементів технології	44
3.5 Висота прикріплення та кількість качанів на рослині	48
3.6 Якість зерна гібридів кукурудзи залежно від удобрення	49
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ	52
ВИСНОВКИ	55
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

## ВСТУП

В останні роки відбулися помітні зміни погодно-кліматичних умов, збільшилась кількість посушливих років, зросла залежність від них кількості і якості урожаю сільськогосподарських культур. Вказані зміни, на думку Лихочвора В.В., Петриченка В.Ф., Дзюбецького Б.В. та інших, призведуть до зменшення ефективності хімічно-техногенних чинників у аграрному господарстві, що призведе до загострення продовольчої та енергетичної безпеки країни. Україна є великою аграрною країною із виробництвом більше 60 млн тонн зерна за рік. Зернове господарство країни є ефективною галуззю, а зерно – продовольчою безпекою [22, 43]. Розораність сільськогосподарських земель при цьому становить від 80 до 90 %. Значної актуальності в таких умовах набуває проблема зниження родючості ґрунту, яка зумовлена високою розораністю земель, низькою культурою землеробства та збільшенням нестачі органічної речовини і базових елементів живлення у ґрунті. Тому застосування сучасних агротехнологій в землеробстві є важливим чинником зростання урожайності сільськогосподарських культур та збереження і підвищення родючості ґрунту.

Зростання ефективності землеробства можливе при впровадженні інтенсивних технологій при вирощуванні сільськогосподарських культур. Сучасні технології ефективніше використовують потенційні можливості теперішніх сортів та гібридів. Вказані технології оптимізують виробничі витрати з врахуванням екологічності довкілля. Важливим завданням аграрного виробництва є збільшення урожайності зерна кукурудзи [3].

Одним з елементів виконання даного завдання є правильний відбір гібридів кукурудзи, які добре пристосовані до умов вирощування сучасними агротехнічними заходами, а зерно її з успіхом може бути використане для виробництва комбікормів [47]. Тому магістерська кваліфікаційна робота, у якій вивчається урожайність і поживна цінність зерна кукурудзи різних гібридів становить науково-практичний інтерес.

**Актуальність теми магістерської кваліфікаційної роботи.** Важливим завданням сьогодення є забезпечення продовольчої безпеки країни. Для його вирішення потрібне стабільне нарощування обсягів виробництва зерна високої якості, що не завжди вдається через різкі зміни клімату, повторюваність років з посухами, екстремальні погодно-кліматичні умови, тощо. Тому важливого значення набуває вирощування зернової культури – кукурудзи, яка завдяки високій урожайності має переваги порівняно з традиційними культурами.

Виходячи з цього важливим є вивчення впливу особливостей формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування на чорноземах опідзолених Чернігівської області.

*Мета досліджень:* вивчення впливу підживлення на врожайність та якість продукції середньоранніх гібридів кукурудзи. Завданням роботи є встановлення ефективності використання мінеральних добрив в системі удобрення кукурудзи на зерно.

*Об'єкт досліджень:* зміна врожайності кукурудзи залежно від рівня удобрення.

*Предмет досліджень:* середньоранні гібриди кукурудзи ДКС 3939 (ФАО 320), ДКС 3939 (ФАО 320), ЄС Астероїд (ФАО 280), мінеральні добрива, підживлення.

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

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Господарське значення кукурудзи

Кукурудза вважається найбільш врожайною [8,22,47] і цінною [17,27,33] зерновою культурою універсального призначення [6], може вирощуватися в різних ґрунтово-кліматичних умовах для отримання зерна кормового, енергетичного, харчового та промислового призначення, а також на силос і зелену масу. Зерно кукурудзи за кормовими показниками перевершує зерно вівса і ячменю і є цінним концентрованим кормом для різних видів худоби і птиці (7, 10). Однак кілька років тому відбулося скорочення посівних площ і загального врожаю, що пояснюється впливом багатьох факторів, особливо змінами в економічній та організаційній структурі сільськогосподарського виробництва, зменшенням поголів'я худоби, наявністю негативної динаміки на внутрішньому ринку, зниженням цін на фуражну кукурудзу виробництво і брак фінансових ресурсів.

Кукурудза – це високоврожайна культура з широким спектром застосування. Вона є важливим компонентом у продовольчій, кормовій і промисловій галузях. З кукурудзяного зерна виробляють борошно, крупи, палички й пластівці, а також воно слугує сировиною для алкогольної та крохмальної промисловості. Олію з кукурудзяних зародків цінують за її лікувальні властивості, зокрема для людей з діабетом, ожирінням, карієсом та для профілактики ракових захворювань. У стадії молочно-воскової стиглості зерно можна вживати вареним або консервувати.

Крім того, кукурудза має видатні кормові властивості: її зерно є цінним кормом для тварин і птиці, а зелена маса забезпечує добру перетравність і засвоюваність. Останнім часом кукурудза набуває все більшого значення в біопаливній галузі. Наприклад, переробка 10 млн тонн кукурудзи може дати щороку не менше 4 млн тонн біоетанолу.

Світове сільське господарство визнало кукурудзу одним із лідерів завдяки її універсальності та високій врожайності. Для України це передбачає збільшення зерновиробництва за рахунок використання мінеральних добрив, що покращує врожайність та якість продукції.

Вирощування кукурудзи охоплює майже всі країни світу, з США і Китаєм на чолі, які разом дають приблизно половину світового виробництва. З 2013 року тенденція збільшення обсягів виробництва лише посилюється завдяки прогнозованому зростанню населення до 2050 року. Азійський ринок до 2026 року покаже 53 % зростання попиту на кукурудзу та продукти її переробки, а американський – на 38 %.

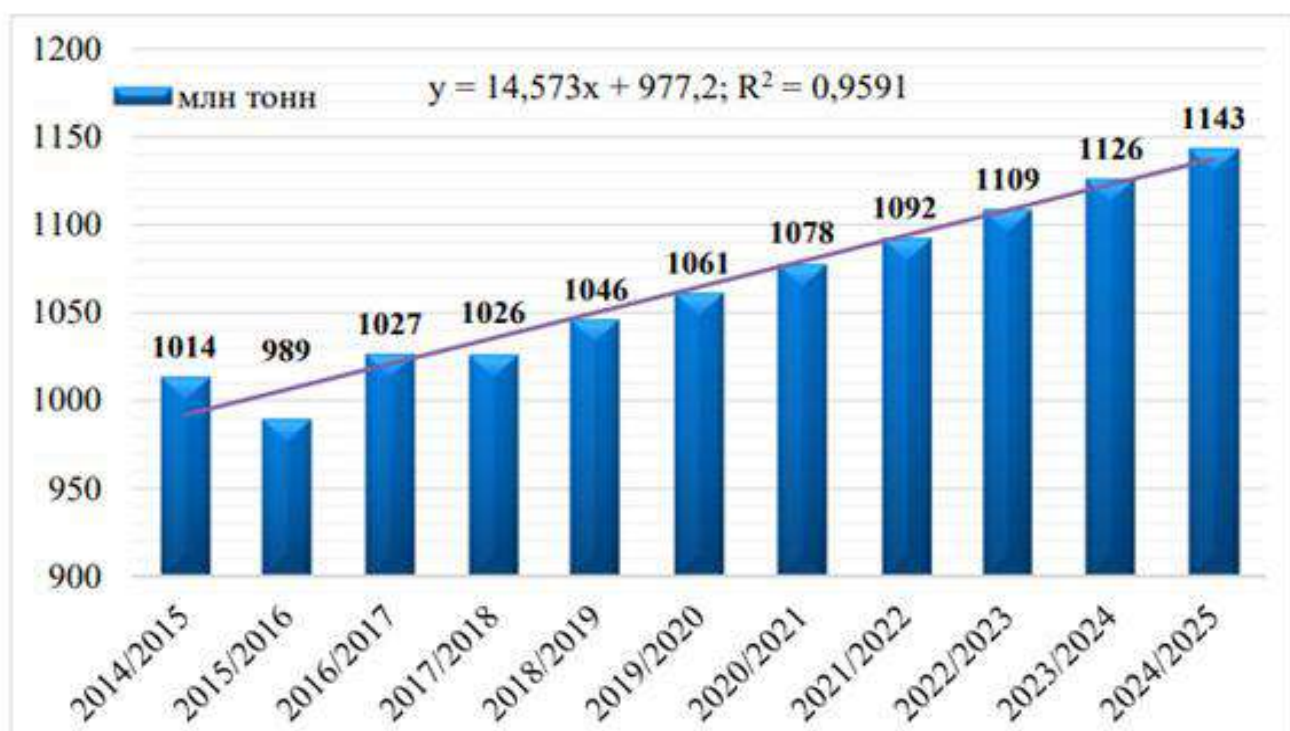


Рис. 1.1 – Динаміка світового виробництва кукурудзи, мдн. тон

В Україні виробництво кукурудзи складає близько 3,2% від світового обсягу, але вона залишається стратегічним компонентом аграрного сектору країни, займаючи майже половину всього зернового балансу. Підвищення врожайності можливе завдяки введенню нових гібридів і сучасних агротехнічних технологій. Для того щоб реалізувати продуктивний потенціал сучасних гібридів, варто забезпечити рослинам оптимальні умови зростання і

розвитку, а також постачання легкозасвоюваних поживних елементів у необхідних кількостях є одним з ефективних методів формування високої продуктивності культури.

Кукурудза є високопродуктивною культурою з універсальним застосуванням, що має значущий вплив на економіку та займає провідні позиції на світовому ринку сільськогосподарської продукції. Останніми роками її виробництво стрімко зростає, і за прогнозами міжнародних аналітиків, ця тенденція триватиме. В Україні кукурудза виконує стратегічну роль, і в останні роки її частка в загальному виробництві зерна досягає майже 50%. Збільшення обсягів зерна кукурудзи можливе через вдосконалення технологій вирощування шляхом запровадження нових високопродуктивних гібридів, використання сучасних та ефективних засобів захисту рослин і оптимізації мінерального живлення.

## **1.2 Оптимізація мінерального живлення кукурудзи**

Під час вегетаційного періоду кукурудза утворює значну біомасу, відповідно забираючи з ґрунту велику кількість поживних речовин. Для утворення 1 тонни зерна разом із листостебловою масою, при вирощуванні на опідзоленому чорноземі, кукурудза поглинає з ґрунту від 17,6 до 22,2 кг азоту, 6,3–7,6 кг фосфору та 16,2–18,0 кг калію. Ці показники залежать від ґрунтово-кліматичних умов і агротехнологій вирощування. Утім, кукурудза завжди позитивно відгукується на оптимізацію мінерального живлення. На початкових етапах органогенезу найважливішим є насичення посівів азотом, оскільки його нестача сильно затримує ріст і розвиток рослин. Найінтенсивніше засвоєння азоту відбувається за два-три тижні до фази викидання волоті, після чого на початку молочно-воскової стиглості воно фактично припиняється.

В умовах достатньої вологості або зрошення, найбільш ефективним способом підвищення врожайності та якості зерна залишається створення оптимальних умов для вирощування культури. Забезпечення рослин макро- та

мікроелементами дозволяє цілеспрямовано регулювати їх ріст і розвиток, підвищуючи продуктивність. Азот має вирішальне значення на початкових етапах органогенезу, і його нестача суттєво уповільнює розвиток. Найактивніше азот засвоюється за два—три тижні до фази викидання волоті, а з початком стадії молочно-воскової зрілості це засвоєння припиняється. На півдні України ґрунти містять мінімум азоту, тому він є обмежуючим фактором живлення, а внесення азотних добрив значно підвищує врожайність. Потреба у фосфорі значно менша, але його нестача на фазі 4–6 листків призводить до неповноцінного розвитку качанів. Оптимальний фосфорний фон покращує кореневу систему, стійкість до посухи та товарність качанів, а також прискорює дозрівання зерна. Калій необхідний з початкових етапів органогенезу до завершення цвітіння. Його нестача уповільнює ріст молодих рослин, утворює короткі міжвузля і знижує врожайність. При достатньому забезпеченні калієм, проявляється його синергія із засвоєнням азоту і фосфору.

В південних регіонах України азот є критично важливим фактором. Наприклад, на темно-каштанових ґрунтах кукурудза відгукується на збільшення азотних добрив, що підтверджено дослідженнями з 2009 по 2016 роки, проведеними на ділянках Асканійської ДСДС Інституту зрошуваного землеробства НААН. Застосування добрив у нормі  $N_{120}P_{40}$  дозволило досягти врожайності на рівні 8,84–10,22 т/га залежно від системи обробітку ґрунту. Підвищення норми до  $N_{150}P_{40}$  дало приріст врожайності на 9,0 %. Додаткове збільшення дози азоту на фосфорному фоні до  $N_{180}P_{40}$  забезпечило максимальну врожайність 10,60 т/га, що на 9,8 % перевищує варіант  $N_{120}P_{40}$ .

Реагування кукурудзи на фосфорне живлення менш виражене. Найбільша потреба у фосфорі спостерігається під час закладання суцвіть у фазі 4–6 листків. Недостатня кількість фосфору в цей період може призвести до недорозвинення качанів і зниження їх якості. Оптимальне забезпечення фосфором сприяє формуванню сильної кореневої системи та підвищує стійкість рослин до посухи, що особливо важливо для півдня України, а також

покращує якість качанів і прискорює дозрівання зерна. Калій необхідний уже на ранніх етапах органогенезу, починаючи з проростання насіння, і залишається важливим до завершення цвітіння. Нестача калію на початку вегетаційного періоду уповільнює ріст і розвиток молодих рослин, а на пізніших етапах призводить до утворення коротких міжвузлів і загального зниження продуктивності. Оптимальне калійне забезпечення сприяє ефективнішому засвоєнню азоту й фосфору з мінеральних добрив і ґрунту.

У період з 2015 по 2017 роки на типовому чорноземі Правобережного Лісостепу України було досліджено вплив різних норм мінеральних добрив на продуктивність гібридів кукурудзи. За густоти стояння рослин 60 тис./га, позитивна реакція на збільшення норми добрив з  $N_{60}P_{45}K_{45}$  до  $N_{150}P_{135}K_{135}$  спостерігалась у гібридів КВС 381, Кубус, Москіта, Сенсор і Ragt Олександра. Водночас, гібриди Гарант, Дніпровський 257 і Сігма демонстрували підвищення врожайності лише до рівня добрив  $N_{120}P_{105}K_{105}$ . При густоті стояння 90 тис./га гібриди КВС 381, Москіто і Сенсор ефективно освоювали високі норми добрив, тоді як інші гібриди проявляли зниження врожайності в умовах високого агрофону. Дослідження виявило, що при внесенні високих норм мінеральних добрив коренева система кукурудзи концентрується в верхніх шарах ґрунту, що може обмежувати ефективність поглинання елементів живлення в умовах дефіциту вологи.

Вплив вапнування у поєднанні з застосуванням різних норм мінеральних добрив на врожайність гібриду НК Термо було проаналізовано протягом 2013–2019 років на опідзоленому важкосуглинковому чорноземі Правобережного Лісостепу України. Результати двох ротацій сівозміни показали істотний вплив оптимізації умов живлення на формування врожайності кукурудзи. При добриві  $N_{120}P_{90}$  врожайність збільшилась з 5,08 до 10,61 т/га, що становило зростання у 2,1 рази. Внесення повного мінерального добрива ( $N_{120}P_{90}K_{90}$ ) сприяло досягненню врожайності 11,12 т/га, перевищуючи контроль удвічі з половиною. Збільшення норми добрив до  $N_{160}P_{120}K_{120}$  призвело до подальшого підвищення врожайності до 12,89 т/га або у 2,5 рази більше від контролю.

Вапнування ґрунту (з використанням дефекату) підсилювало ефективність внесених мінеральних добрив, зокрема на початкових етапах застосування меліоранту.

Нарівні з макроелементами, мікроелементи такі як бор, кобальт, марганець, мідь, молібден і цинк відіграють важливу роль у житті рослин кукурудзи. Оптимальне забезпечення посівів кукурудзи мікроелементами здійснюється завдяки внесенню спеціалізованих мікродобрив. Важливим також є позакореневе підживлення мікродобривами, яке сприяє підвищенню продуктивності. Оптимізація мінерального живлення є важливим резервом для підвищення зернової продуктивності кукурудзи і потребує детального вивчення, особливо при вирощуванні нових перспективних гібридів.

### **1.3 Підживлення кукурудзи як фактор підвищення врожайності**

Важливою умовою успішного вирощування кукурудзи є забезпечення оптимального живлення. Позакореневе підживлення мікроелементами відіграє важливу роль у забезпеченні рослин поживними речовинами, необхідними для здорового росту, розвитку та формування високоякісних врожаїв. На різних етапах онтогенезу кукурудзи, особливо в фазах 3-6 і 8-10 листків, рослина активно використовує поживні речовини. Листя, які дають мікроелементи (бор, магній, цинк, марганець, залізо, мідь) на цих стадіях, дозволяють поліпшити вміст води в качані і якість продукту.

Щоб кукурудза могла утворити 1 тону зерна з потрібною кількістю побічних продуктів, воно містить 24-32 кг азоту, 10-14 кг фосфору, 25-35 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, 200 г заліза. У розвитку рослин кукурудзи є 2 важливих етапи з макро- і мікроелементами: фаза 3-5 і фаза 6-8 листків. Позакореневе підживлення - ефективний спосіб на цих етапах. На стадії 3-5 листків у рослин кукурудзи формуються репродуктивні органи, які визначають майбутній урожай. Кількість качанів рослини і зерен в ньому залежить від наявності поживних речовин, особливо фосфору і цинку.

На початковому етапі розвитку, до утворення першого надземного вузла, кукурудза росте досить повільно, в цей період поглинання поживних речовин слабкою кореневою системою незначне, а забезпечення поживними речовинами на стадії проростання насіння відіграє важливу роль. Отже, щоб забезпечити сильний початок, дуже важливо використовувати комбінацію добрив під час сівби. Вирішальним етапом росту кукурудзи є фаза 3-5 листків. Заповнити харчовий дисбаланс у цей період надзвичайно складно, оскільки саме на цьому етапі розвиваються органи, відповідальні за майбутню продуктивність.

Подальша відповідальна фаза – 6-9 листків, тобто при підживленні посилюється схожість качанів кукурудзи. На стадії 6-9 листків первинна (зародкова) коренева система відмирає, і кукурудза переходить на засвоєння біогену вторинною кореневою системою. На цьому етапі поверхня листя рослин кукурудзи активно збільшується, триває утворення органів-продуцентів і спостерігається інтенсивне засвоєння азоту (N), фосфору (P), калію (K), магнію (Mg) і цинку (Zn).

Поки формується 3-6 листків, у кукурудзи закладаються репродуктивні органи. Початок рослини і кількість зерен в ньому залежить від наявності макро- і мікроелементів, зокрема фосфору. На цьому етапі рослина росте повільно, тому споживає дуже мало елементів живлення. Її коренева система ще недостатньо розвинена і не може повноцінно споживати поживні речовини. Тому в цей період кукурудза дуже вимоглива до наявності в ґрунті легкозасвоюваних поживних речовин, що вимагає позакореневого підживлення. Ця стадія характеризується інтенсивним зростанням кукурудзи. У цей період рослина споживає значну кількість поживних речовин: азоту і фосфору – 50% від загальної кількості, калію – 70% від максимального накопичення. На цій стадії кукурудзі часто не вистачає цинку. Нестача цинку в рослинах знижує концентрацію триптофану і білка. Комплекси з додаванням цинку сприяють росту і розвитку рослин кукурудзи, підвищують стійкість до несприятливих умов в період вегетації.

Загальновідомо, що всі сільськогосподарські культури потребують макроелементів, проте потреби в мікроелементах можуть варіюватися для різних культур. Кукурудза, часто названа "царицею полів", має свої специфічні вимоги до набору мікроелементів. Це одна з найцінніших культур, здатна забезпечувати високий врожай зерна за умови дотримання агротехнічних вимог. Розширення посівних площ кукурудзи сприяє стабільному виробництву кормового зерна, що позитивно впливає на загальну ефективність зернового господарства і покращує економічну ситуацію в аграрному секторі, а також підвищує продуктивність тваринництва. Встановлено, що збалансоване живлення є ключовою умовою для отримання високих врожаїв, а використання мікродобрив є економічним засобом підвищення врожайності зеленої маси і зерна кукурудзи. Найбільша потреба рослин у поживних елементах виникає під час інтенсивного росту вегетативної маси та формування репродуктивних органів.

На сучасному етапі вирощування кукурудзи, як і інших сільськогосподарських культур, неможливе без збалансованого системного живлення впродовж вегетаційного періоду, яке включає внесення макро- та мікроелементів у доступній формі та позакореневе підживлення. Добрива визнані одним із найбільш ефективних методів підвищення врожайності та якості кукурудзяного зерна. Кукурудза належить до культур з тривалим вегетаційним періодом і здатна ефективно засвоювати поживні речовини протягом усього життєвого циклу. Вирощування за сучасними технологіями передбачає застосування позакореневого підживлення, яке суттєво підвищує врожайність і якість продукції завдяки швидкому задоволенню потреб рослин у поживних елементах. Щороку розширюється асортимент мікродобрив для позакореневого підживлення, включаючи обробку насіння та листкове підживлення. Незалежно від методу застосування ефективність цих препаратів у технологіях вирощування культур залишається на високому рівні. Дослідження свідчать, що приріст врожайності та поліпшення якості продукції компенсують затрати на виробництво на 1 га посівної площі.

Кукурудза є однією з основних зернових культур в Україні та світі. У порівнянні з іншими культурами кукурудза має потенціал високої врожайності – до 15 т/га. такий рівень врожайності досягається при застосуванні значно вищих норм добрив, ніж у інших культур. Однак це не завжди вирішує проблему отримання високого врожаю відповідної якості [1, с.169]. Цю проблему можна успішно вирішити шляхом оптимізації харчування, особливо за рахунок використання мікронутрієнтів нового покоління. Вони рекомендуються як для позакореневого підживлення, так і для обробки насіння перед посівом [2, с.30; 8, с. 104].

Крім макроелементів, рослини кукурудзи потребують засвоєння багатьох мікроелементів. Потреба в них змінюється на певних етапах росту і розвитку рослин. Для забезпечення рослин кукурудзи такими елементами, як марганець, цинк, сірка і молібден, використовується цілий ряд різних мікроелементів. Для цього потрібна достатня кількість поживних речовин, оскільки Кукурудза утворює велику поживну масу при інтенсивному зростанні протягом відносно короткого періоду часу.

Оптимальний розвиток рослин кукурудзи забезпечується мікроелементами. Вони відіграють важливу роль в життєдіяльності рослин. За їх участю протікають окислювально-відновні процеси і ферментативні реакції. При наявності в ґрунті мікроелементи можуть перебувати в недоступній для рослин формі. Тому вони можуть бути лімітуючим фактором у формуванні врожаю. Позакореневе підживлення рослин проводиться для усунення дефіциту того чи іншого елемента в ґрунті [8, С.106; 9, с. 1]. Для утворення 1 тонни зерна з побічним продуктом відповідної маси гібридам кукурудзи, в залежності від групи стиглості, потрібно в середньому 24-30 кг азоту, 10-12 кг фосфору, 25-30 кг калію, 6-10 кг магнію і кальцію, 3-4 кг сірки, 11 г було виявлено, що він поглинає 14 г бору, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза [9, с.1].

Коренева система рослин кукурудзи має високу здатність засвоювати елементи з ґрунту і ефективно використовує залишки поживних речовин від добрив, внесених під їх попередників. Традиційно Кукурудза вважається "індикатором" вмісту мікроелементів в ґрунті. Кукурудза особливо чутлива до нестачі цинку (Zn), марганцю (Mn), міді (Cu) і бору (b), які впливають на розвиток рослин і призводять до зниження врожайності. З точки зору забезпечення рослин кукурудзи макро- і мікроелементами в процесі розвитку найбільш важливими вважаються стадії 3-5 листків і 6-8 листопаду. На стадії 3-5 справжніх листків у кукурудзи формуються репродуктивні органи, які в подальшому визначають майбутній урожай культури.

Доступність поживних речовин в кукурудзі, зокрема фосфору, залежить від кількості і розміру елементів живлення, зокрема, качанів рослин і їх зерен. Молоді пагони кукурудзи ростуть слабо. Її коренева система ще недостатньо розвинена. Вона не може засвоювати поживні речовини з важкодоступних сполук. Тому для стимуляції росту коренів важливо забезпечити рослини кукурудзи не тільки фосфорними сполуками, а й марганцем (Mn), цинком (Zn) і бором (b). На стадії 6-8 листків у кукурудзи спостерігається швидке зростання поживних мас. Таким чином, потреба рослин в поживних елементах зростає.

Рослини кукурудзи часто піддаються стресу через прополку. Тому для внесення добрив в цей період рекомендується використовувати композицію з мікроелементів, що включає амінокислоти, фосфіти і фітогормони. Враховуючи, що в більшості випадків в ґрунтових запасах недостатньо доступних мікроелементів для забезпечення необхідної кількості рослин, або що коренева система рослини з певних причин недоступна, необхідно додатково вносити мікроелементи в критичний період росту і розвитку. Найбільш ефективним є внесення мікроелементів шляхом позакореневого підживлення мікроелементами у вигляді хелатів [10, С.55].

Для успішного вирощування кукурудзи агрономи повинні враховувати, які мікроелементи найбільш важливі для правильного росту і розвитку

сільськогосподарських культур. Кукурудза вважається найбільш чутливою до дефіциту цинку. Це один з найважливіших поживних елементів для кукурудзи. Цинк бере участь не тільки в синтезі хлорофілу і деяких вітамінів в рослинах, але і в температурному стресі (особливо при заморозках і різких перепадах температури повітря). Добрива з цинком зазвичай вносять під час сівби або відразу після нього в дозі 1-2 кг/га. якщо сівозміну стає перенасиченим кукурудзою, і агрономи хочуть «запобігти» дефіцит цинку на найближчі 2-3 роки, то необхідно внести цинкові добрива в кількості 4-5 кг/га за діючою речовиною, особливо прояв цього дефіциту спостерігається на ранніх стадіях розвитку. Коли коріння кукурудзи ще не встигли зміцніти, а в піщаних ґрунтах цинк легко вимивається з них. Кукурудза на крупи дає близько 1 грама цинку на 70 тонн врожаю основного продукту.

Потреба кукурудзи в цинку зростає при надлишку мінеральних добрив в ґрунті. Надмірний вміст фосфорних добрив в ґрунті також ускладнює доступ рослин до цинку. Без цинку рослина не може повноцінно розвиватися. Цинк також позитивно впливає на формування качанів кукурудзи. Він збільшує їх кількість і допомагає рослинам боротися з несприятливими умовами навколишнього середовища, особливо з посухою, заморозками, холодом і спекою. Він також забезпечує імунітет і стійкість до бактеріальних і грибкових захворювань. У рослинах цинк регулює біосинтез вітамінів і разом з ним білковий, вуглеводний і фосфорний обмін поживних речовин. Оскільки кукурудза є унікальною в своєму роді "рослиною-індикатором", визначити, що в кукурудзі не вистачає цинку, дуже легко. Якщо цій культурі не вистачає того чи іншого мікроелемента, рослина відразу ж подає сигнал своєю появою.

Дефіцит цинку зазвичай стає помітний за 2 тижні до цвітіння качана. Перш за все, ця культура починає сильно відставати в рості. З боків листя між жилками видно білі і жовті смуги. Забарвлення молодого листя стає жовтуватою, а нижнє листя повністю засихають. Верхня частина рослини стає блідою, а міжвузля також коротшають. Цинкове голодування кукурудзи є основною причиною низької якості врожаю [11, с.105-106]. Ознаки можуть

проявлятися навіть на стадії 5-го листа. На молодих листках в нижній частині 3/1 листа по обидві сторони від центральної жилки з'являються знебарвлені білуваті ділянки. З часом ці ділянки стають прозорими, а центральні жилки та краї листя залишаються зеленими.

Зміна забарвлення зазвичай проявляється смужками (так званими світло-жовтими прожилками на листках), але старе листя уражаються рідко. При значному дефіциті листя можуть набувати червонуватого забарвлення, а кількість зерен в качанах зменшується. Причинами дефіциту цинку можуть бути високий вміст органічних компонентів (гумусу) в ґрунті, високий вміст фосфору в фосфорних добривах, висока лужність ґрунту, холодна і волога погода, яка перешкоджає засвоєнню цинку рослинами. Слід також пам'ятати, що при внесенні цинкових добрив вони не повинні містити міді, так як ці 2 елементи є антагоністами і нейтралізують дію один одного, тому дефіцит буде тільки збільшуватися.

Магній також є дуже важливим елементом живлення, який входить до складу хлорофілу, бере участь в синтезі амінокислот і білків в рослинах, впливає на цвітіння і запилення. Для запобігання дефіциту і забезпечення магнієм сільськогосподарських культур рекомендується вносити магнієві добрива перед сівбою. Для бідних ґрунтів з низькою кислотністю, для кислих ґрунтів, що містять кальцієво-магнієві сполуки (доломіт), рекомендується вибирати оксид магнію. Сульфат магнію найкраще використовувати для листового нанесення. На стадії 5-6 листків забарвлення листя змінюється на блідо-зелене або жовтувате, а на старих листках жовтий колір проявляється нерівномірно між жилками, і листя здаються смугастими. Це може проявлятися у вигляді білих плям на червоному тлі (старе листя). Ознаки дефіциту можуть бути більш виражені на кінчиках листя, і в той же час їх листя мають червонуватий відтінок. У більш важких випадках листя засихають на стеблі. Листя стають довшими і опадають. Причинами цього дефіциту є піщані та суглинні ґрунти, підвищена кислотність, надмірне ущільнення ґрунту, високий вміст калію в ґрунті, холодна та волога погода.

Марганець – елемент, який відіграє важливу роль у процесі фотосинтезу та синтезу білка в рослинах. Він впливає на зниження вмісту нітратів, а також активує деякі ферменти, тим самим істотно впливаючи на метаболізм рослин. Через низьку засвоюваності рослинами і слабого ефекту від таких підгодівлі вносити марганець в ґрунт не рекомендується. Щоб запобігти його дефіциту, слід звернути увагу на правильне вирощування: уникайте занадто глибокої або занадто дрібної обробки. При явному дефіциті марганцю в листя вносять марганець в будь-якій формі – сульфати, оксиди, хелатні добрива і т.д. при нестачі марганцю все поле набуває жовтуватий відтінок, листя кукурудзи стають блідо-жовтими, а на старих листках з'являється інтерстиціальний альбінізм. Листя довгі і низхідні, міжвузля короткі, а листові пластинки мають хвилясті краї. Уздовж і над краями старого листя з'являються ділянки некрозу, при сильному дефіциті вони також знаходяться в центральній частині листя. Причинами дефіциту є піщані або погано структуровані і пухкі ґрунти, високий вміст гумусу, висока кислотність, кальцифікація, холодна і волога погода.

Бор не тільки відіграє важливу роль у вуглеводному обміні, але і є регулятором синтезу стимуляторів та інгібіторів росту рослин. Бор сприяє кращому засвоєнню рослинами кальцію та азоту. Він бере участь у поділі клітин і формуванні клітинних мембран, впливає на запліднення квітів і утворення пилку. Нестача бору може призвести до повної втрати врожаю. Правда, такий дефіцит зустрічається дуже рідко, і негативні наслідки можна запобігти, обприскати культуру борвмісними добривами з розрахунку 300 г/га діючої речовини. Таке трапляється дуже рідко. Починаючи зі стадії 6-7 листочків, Листя рослини піднімають строго вгору, а після появи 7-го листа між жилками починають біліти листочки, поступово білизна поширюється, листя стає смугастими, а стебла - дуже жорсткими. Репродуктивні органи рослини не сформовані, тому чекати врожаю марно. Зазвичай такий дефіцит може виникнути в ґрунтах, що містять мало бору (найчастіше через вилуговування), а також в піщаних ґрунтах, які недавно зазнали вапнування.

Внесення борвмісних добрив з розрахунку 300-400 г/га до складу діючої речовини виправляє ситуацію, але діяти необхідно оперативно.

Залізо є важливим елементом для життєдіяльності рослин і активно бере участь в синтезі білків і хлорофілу, а також у фотосинтезі. Ризик дефіциту заліза, зокрема, проявляється на погано дренованих ґрунтах, що необхідно враховувати при плануванні вирощування кукурудзи. Починаючи з фази 5-6 листків, листя бліднуть, а краї листя поступово підсихають. Зростання рослини значно сповільнюється, і верхня частина молодого листя згинається вниз. Причина в тому, що в ґрунті високий вміст гумусу, кальцію або заліза, ґрунт на звалищах, занадто високі норми внесення азотних добрив.

Мідь є важливим фактором, що впливає на вміст білка і цукру в зернах кукурудзи, оскільки вона активує окислювально-відновні процеси. Бере участь у синтезі лігніну клітинною стінкою, підвищує активність виробництва зерна. Починаючи з Фази 5-6-го листа, листя бліднуть, а краї листя поступово висихають. Зростання рослини значно сповільнюється, і верхня частина молодого листя загинається вниз. Причина в тому, що в ґрунті високий вміст гумусу, кальцію або заліза, ґрунт на звалищах, занадто високі норми внесення азотних добрив. Останнім часом в степових ґрунтах, на яких вирощується Технічна Кукурудза, особливо темно-Каштанова, часто спостерігається дефіцит сірки. На стадії 4-5 листків кукурудза буде виглядати жовтуватою, а самі жовті листя будуть останніми, які вирости. У молодих листків відбувається знебарвлення між жилками, пожовтіння може поширюватися на більш старі листя, але часто залишається зеленим. Причиною дефіциту можуть бути ґрунти з низьким вмістом гумусу і ґрунту, які легко піддаються тонуванню. При перших ознаках дефіциту сірки рекомендується додати до діючої речовини 25-50 кг/га сірчистого добрива (норма підбирається в залежності від ступеня дефіциту). Крім того, необхідно відрізнити ознаки дефіциту сірки від дефіциту магнію. При нестачі сірки рослина виглядає рівномірно жовтуватим, і якщо симптоми найбільш виражені на молодих

листках, то при дефіциті магнію найбільше уражаються старе листя, з'являються білі плями з червоною облямівкою.

За результатами наукових досліджень встановлено, що рослини кукурудзи найбільше потребують поживних речовин в період розпускання волоті, приблизно через 1 місяць після початку цвітіння і на початку зацвітання. За словами Дітера Шпаара, кукурудза повинна містити мікроелементи, зокрема цинк і марганець, трохи менше міді і бору [11, с.104]. Тому сучасні мікроелементи, що містять ці мікроелементи, зараз будуть цілком доречні. Встановлено, що позакореневе підживлення мікроелементами сприяє збільшенню висоти рослин та інших біологічних параметрів, що впливають на поліпшення якості врожаю [12, с.24]. Процес цвітіння волоті (чоловічих суцвіть кукурудзи) з подальшим заплідненням і утворенням зерен багато в чому залежить від кліматичних факторів і доступності поживних речовин. Коли настає стадія молочної стиглості, процес накопичення поживних речовин в зерні триває. Надалі це визначить їх масу, тому підгодівля кукурудзи в цей період дозволить збільшити масу на 1000 зерен.

Якщо позакореневе підживлення рослин мікроелементами буде проведена в оптимальні терміни, це повністю або частково задовольнить потреби культури в поживних речовинах. Таким чином, це впливає на підвищення рівня врожайності [13, с.76]. Дослідження в цьому напрямку тривають, оскільки немає єдиної думки з питання ефективної уніфікованої схеми використання мікроелементів в системі підживлення кукурудзи. Механізм впливу азотних добрив на врожайність мікроелементів можна розглянути через вплив на лужність ґрунту, гумус і ґрунтову мікрофлору. Наприклад, додавання аміачної селітри в кількості 100 кг/га до весняного підживлення озимих культур сприяє зниженню рН ґрунтового розчину чорнозему в регіоні з 0,5 до 1 одиниці. Зниження рН ґрунту зберігається близько 2 місяців, тобто в період активного живлення рослин. А зниження рН на одиницю значно підвищує рухливість основних мікроелементів, формуючи рівень мікроелементного живлення. Порушення оптимального

співвідношення мікроелементів в ґрунті також є фактором формування дефіциту поживних речовин.

Високий вміст рухомих сполук міді, характерне для ґрунтів цього регіону, і низький вміст заліза і цинку призводять до блокування надходження останніх в рослини. Перезволоження ґрунту, особливо при надлишку фосфору і дефіциті калію, знижує рухливість заліза, але збільшує засвоєння кобальту рослинами. Низькі або високі температури є негативним фактором в харчуванні рослин залізом. В умовах високої температури може розвинути дефіцит міді, особливо в разі застосування фосфорних добрив [13, с.77]. Тому при регулюванні харчування сільськогосподарських рослин важливо швидко реагувати на конкретні кліматичні умови року для цілеспрямованого використання мікроелементів.

Підживлення мікроелементами листя – дуже ефективний метод «швидкого реагування» для відновлення мікроелементного балансу рослин. Позакореневе обробіток сільськогосподарських культур слід проводити для кожного типу ґрунту і рівня добрив відповідно в найбільш важливий період розвитку рослин, виходячи з фізіологічних потреб сільськогосподарських культур, виходячи з визначення дефіциту певних мікроелементів, ґрунтуючись на наукових знаннях і лабораторних дослідженнях.

Рівень внесення добрив, який формує практично однакову насиченість ґрунту фосфатами і нітратами, слід підгодовувати складними багатокомпонентними мікроелементами, переважно в низьких дозах. Без виявлення дефіциту мікроелементів аналітичним методом, при середній і підвищеній забезпеченості ґрунту фосфором і азотом, при перевищенні насиченості ґрунту нітратами над фосфатами, вносити підживлення мікроелементами немає необхідності.

Такий рівень внесення добрив відмінно підходить для використання ґрунтових запасів і створення збалансованого мікроелементного режиму харчування. При оцінці того чи іншого способу внесення мікроелементів необхідно виходити з того, що він обмежує нормальний розвиток рослин.

Через низький і дуже низький рівень забезпеченості ґрунту основними поживними речовинами, що формується на тлі недостатньої кількості добрив, мінімальним визначенням врожаю є недолік основних поживних речовин. Абсурдність використання мікроелементів може призвести до необґрунтованих витрат, зниження ефективності виробництва аж до 100%-ного зниження рентабельності. [4, с. 728].

Використання наукової бази в поєднанні макро-і мікродобрив сприяє отриманню гарантованого та економічно обґрунтованого якісного приросту врожайності зернових культур при дотриманні технології та умов сільськогосподарського виробництва в степових районах. Коефіцієнт використання поживних речовин мінерального добрива збільшується в 2-2, 5 рази, забезпечуючи збалансоване і гармонійне живлення рослин протягом усього періоду вегетації, підвищуючи імунітет і стійкість рослин до несприятливих умов, рентабельність виробництва зерна – ось неповний перелік переваг комплексного підходу до оптимізації живлення рослин [2, с.29].

## **РОЗДІЛ 2**

### **МІСЦЕ, УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **2.1 Місце проведення досліджень**

Магістерську кваліфікаційну роботу з питань вивчення впливу підживлення на врожайність та якість продукції середньостиглих гібридів кукурудзи виконували на базі ТОВ «Сектор Агрокон» за юридичною адресою 41661, Україна, Конотопський р-н, Сумська обл., село Привокзальне, вулиця Соснівська, будинок, 2. Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових культур, овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів, оптовою торгівлею зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин, роздрібною торгівлею в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами.

Господарство розташоване у північній частині України, на заході Сумщини за 131 км від обласного центру в межах Придніпровської низовини, у лівобережній частині країни на межі Полісся й Лісостепу, по обидва береги Єзучу в його середній течії. Село Привокзальне розташоване на лівому березі річки Липка, яка за 4 км впадає в річку Єзуч, нижче за течією примикає місто Конотоп, вище за течією на відстані 1 км на протилежному березі розташоване село Підлипне.

З фізико-географічної точки зору Конотоп відноситься до Північно-Полтавської височини Лівобережжя – Придніпровської лісостепової області лісостепової зони, географічно Конотоп розташований на північно-східному схилі Дніпровсько-Донецької западини. Поверхня являє собою низинну лесову рівнину, плоску, злегка хвилясту, розчленовану прохідними долинами, ущелинами і лощинами. Переважають лісостепові і високогірні ландшафти в поєднанні з лучно-степовими низовинами.

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

В зоні проведення досліджень ґрунти переважно чорноземні (74 %), є також сірі лісові, дерново-болотні, торфові. Кадастровий бал ґрунтів у середньому становить 64 бали. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем глибокий середньогумусовий крупнопилувато-середньосуглинковий. Вміст гумусу за Тюрінім 4,1–4,5 % (високий); рН сольове 6,0–6,2 (близькі до нейтральних та нейтральні). Вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 135 мг/кг (низький), рухомих сполук  $P_2O_5$  і  $K_2O$  за Чириковим – 207 мг/кг (дуже високий) та 78 мг/кг (середній) відповідно. Групування ґрунтів за властивостями (ступенем кислотності та лужності, вмістом гумусу та вмістом елементів живлення) визначали згідно з ДСТУ 4362:2004 «Якість ґрунту показники родючості ґрунтів».

Гумусовий горизонт в окремих місцях району проведення досліджень сягає понад метра. Це вказує на те, що щонайменше тисячу років тому тут існував степ. Конотоп з північного заходу та заходу був оточений степовими просторами. Порода, на якій сформувався цей ґрунт, є результатом вітрових відкладень і називається лес. Жодних слідів глею не помітно – вода залягає глибоко. Верхній шар, близько 30 сантиметрів ґрунтового профілю, має відмінну структуру: тут менше грудочок, що пояснюється впливом розорювання.

Наявність дрібних грудочок сприяє тому, що ґрунт краще протистоїть водній та вітровій ерозії, ефективніше пропускає воду та утримує вологу. На тріщини ми не зважаємо – це радше методологічні особливості, однак їхня форма у певній мірі підтверджує це твердження. Структура верхнього шару не пов'язана з механічними властивостями дрібних частинок, адже під мікроскопом фото зразків, зроблених на різній глибині ґрунтового профілю, майже не показують суттєвих відмінностей (рис. 2.1).

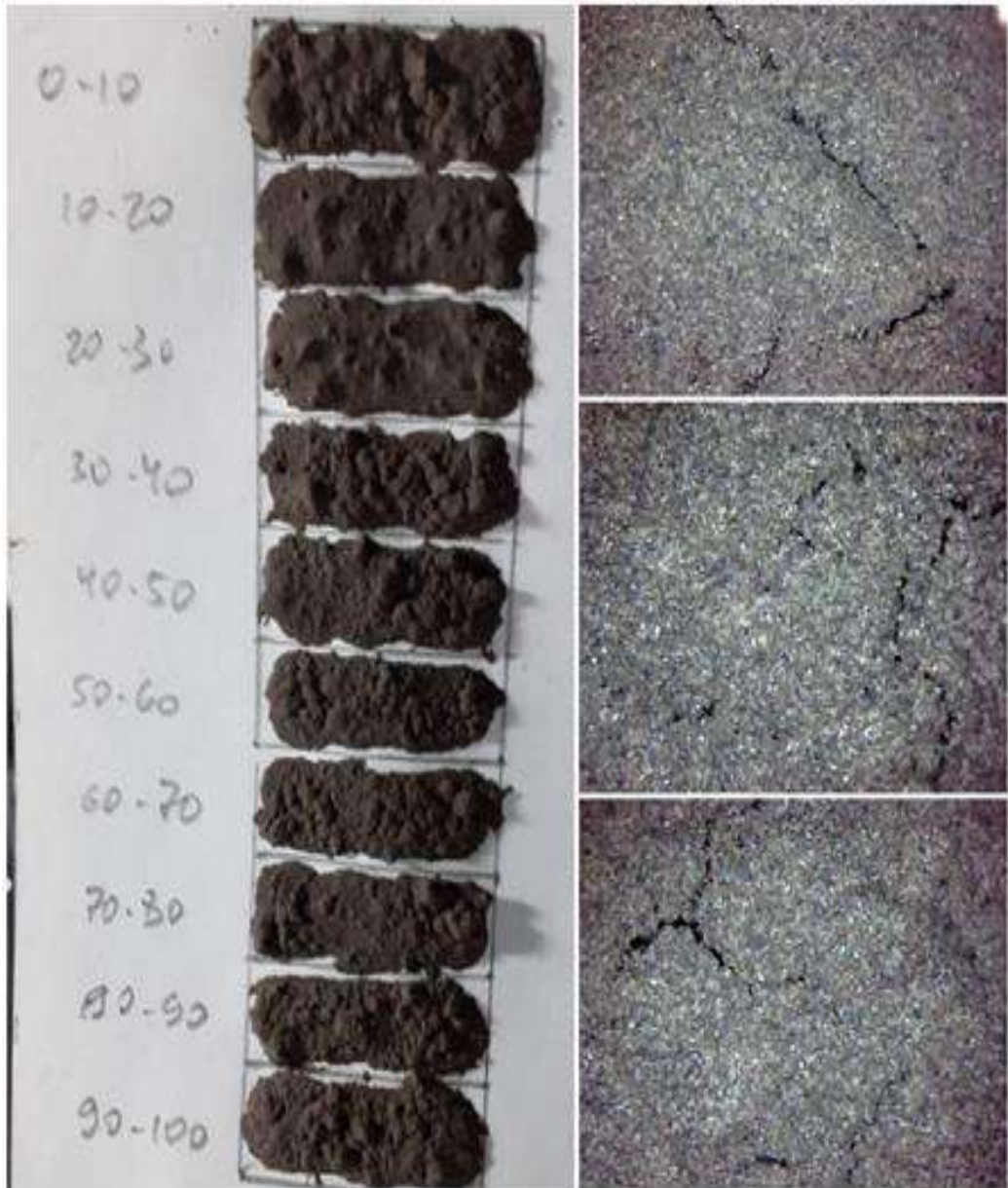


Рис. 2.1 – Ґрунтовий розріз в мініатюрі, взятий на території Конотопської метеостанції, в посіві кукурудзи, 18 травня 2020 року

(<https://www.facebook.com/photo/?fbid=4098339656872829&set=a.3106896202683851>)

Від клімату залежить кількість тепла і опадів та характер їх розподілу. Тепло і опади впливають на розвиток рослинності, життєдіяльність мікроорганізмів, розчинення різних сполук у ґрунті та переміщення їх по профілю, вміст вологи в ґрунтах тощо. Клімат регіону проведення досліджень – помірно-континентальний. Зима м'яка, з переважно похмурою погодою та частими відлигами. Морози зазвичай нетріскучі. Середньомісячні температури найхолоднішого місяця (січень)  $-4,8$  °С. Абсолютний мінімум – у січні  $-32,9$  °С. Тривалість безморозного періоду в місті в різні роки сильно змінюється й коливається від 150 до 180 днів. Літо тепле, в окремі роки спекотне та посушливе. Дні з мінливою хмарністю та слабким вітром; ночі ясні та прохолодні. Середньомісячні температури найтеплішого місяця (липень)  $+20,1$  °С. Абсолютний максимум температури зареєстрований у серпні  $+39$  °С. Середньорічна температура  $+7,4$  °С.

Вітри в місті не мають постійних характеристик, але спостереження свідчать про певну закономірність у їхньому характері та поширенні. Більшу частину року, з жовтня по квітень, переважають вітри південного, південно-західного та західного напрямків, у теплий період року, з травня по серпень західного та східного напрямків. Середня швидкість вітру за рік 2 м/с. Взимку

та в перехідні сезони бувають вітри з підвищеними швидкостями 8–16 м/с. Найбільша швидкість вітру – у березні (2,4 м/с) та взимку (2,3 м/с), найменша – у липні-серпні (1,5 м/с). Найбільші швидкості вітру, зафіксовані з 1899 року – 24–28 м/с. Безвітря бувають частіше влітку, ніж узимку.

Середньорічна кількість опадів – 580 мм, максимум опадів припадає на липень (75 мм), мінімум – на березень (34 мм). Взимку в Конотопі утворюється сніговий покрив, середня висота покриву в лютому 13 см, максимальна — 64 см. Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 76 %, мінімальна вона у травні (64 %), максимальна – у листопаді-грудні (86 %). Середньорічна загальна хмарність – 6,5 бала, максимум припадає на грудень (8,1), мінімум – на серпень (5,0).

По вулиці Успенсько-Троїцькій, 104 розташована метеорологічна станція держкомгідромету України «Конотоп», яка була створена 1893 року та є найстарішою діючою метеорологічною станцією Сумщини. На станції ведуться спостереження та реєстрація кліматичних умов міста.

За правильно підібраних строків сівби, сортів, норм висіву природно-кліматичні умови господарства є досить сприятливі для вирощування групи зернових культур. В 2024 році посівам кукурудзи дошкуляла посуха. На початкових стадіях вегетації та до 6 листка кукурудзи погодні умови були сприятливими і прогнози на урожай позитивними. Але у подальшому – від фази 10 листків та витягування міжвузлів на полях господарства опадів взагалі не було або йшли смугами. Рослинам не вистачало вологи, тому в посівах кукурудза подекуди були відмічені недорозвинені качани. Гібриди кукурудзи потрапили під час цвітіння під аномальну для Сумського регіону спеку, качан до кінця не запилено. Недозапилення склало приблизно 25-30 %, і недобір урожайності – близько 3 т/га.

### **2.3 Програма і методика проведення досліджень**

Програмою досліджень було передбачено встановити особливості формування продуктивності середньостиглих гібридів кукурудзи на зерно

залежно від підживлення комплексним добривом в умовах ТОВ «Сектор Агрокон» Конотопського району Сумської області.

Мета досліджень: вивчення впливу підживлення на врожайність та якість продукції середньостиглих гібридів кукурудзи. Завдання роботи: встановити ефективність підживлення кукурудзи на зерно у важливі для рослини етапи (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

## Схема проведених польових досліджень

Фактор А. Гібрид кукурудзи	Фактор Б. Удобрення
ДКС 3939 (ФАО 320) ДКС 3972 (ФАО 300)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)</li> <li>2. Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листків, ВВСН 13-15)</li> <li>3. Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листків, ВВСН 13-15)</li> <li>4. Фон + Квантум Сільвер 2 л/га (3-5 листків, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)</li> </ol>

В дослідженнях вивчали середньостиглі гібриди кукурудзи ДКС 3939 (ФАО 320) та ДКС 3972 (ФАО 300) від компанії Монсанто. Польовий дослід закладено з чотириразовою повторністю, площа посівної ділянки 54,6 м<sup>2</sup>, облікова – 25,2 м<sup>2</sup>. Розміщення варіантів систематичне. Дослід двофакторний. Повторність досліду 4-ри разова. Польові дослідні заклади і виконувались з урахуванням усіх вимог методики дослідної справи [13, 41].

В досліді проводили наступні спостереження і дослідження згідно з методичними вказівками:

1. Фенологічні спостереження. Відмічали початок (10 % рослин) і повне (більше 75 % рослин) настання фаз розвитку: сходи, викидання волоті, цвітіння волоті, цвітіння качана, молочний стан зерна, воскова стиглість, повна стиглість зерна.

2. Висота рослин і прикріплення качанів. Виміри проводили в двох

несуміжних повтореннях на ділянці в 5 місцях по 5 рослин (усього 25 рослин на ділянці). Вимірювали мірною рейкою: до викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхівки довгого (витягнутого) листка, в фазі цвітіння – від поверхні ґрунту до верхівки волоті.

3. Підрахунок кількості листків в динаміці (окремо функціонуючих і сухих).

4. Площу листків вимірювали, починаючи з фази 6-7 листків і до початку воскової стиглості зерна, через кожні 20 діб у всіх варіантах досліду у двох несуміжних повтореннях. Визначали шляхом множення довжини кожного листка на його ширину і коефіцієнт 0,75 і суми всіх листків однієї рослини.

5. Індивідуальна продуктивність рослин (кількість качанів на 100 рослин з урахуванням рослин без качанів, з одним, двома, трьома качанами).

6. Структуру урожаю визначали на всіх варіантах у двох несуміжних повтореннях шляхом розбору проб качанів, відібраних при збиранні урожаю. Визначали довжину качана, його діаметр, масу качана, масу зерна з качана, кількість зерен у качані, масу 1000 зерен (ДСТУ4138–2002).

7. Урожайність зерна визначали у всіх варіантах по всіх повтореннях шляхом прямого комбайнування.

8. Економічна ефективність і оцінка і досліджуваних прийомів проводились за заключними результатами досліджень. Статистичну обробку отриманих результатів проводили методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим [13].

#### **2.4 Характеристика гібридів кукурудзи та комплексного добрива**

**Гібрид ДКС 3939 (ФАО 320)** відзначається стабільною врожайністю та високим рівнем адаптивності до різноманітних агрокліматичних умов. Серед важливих переваг цього гібрида – висока стійкість до широкого спектра захворювань і шкідників, що сприяє зменшенню витрат на захист посівів та підвищенню рентабельності вирощування. Гібрид демонструє ефективне

використання вологи та здатність до посухостійкості, що є критично важливим фактором у регіонах із несприятливими кліматичними умовами.

Кукурудза ДКС 3939 демонструє високу продуктивність як щодо врожаїв зерна, так і силосної маси. Її зерно характеризується підвищеним вмістом крохмалю та білка, що робить цей гібрид цінним складником у раціонах для годівлі тварин. Окрім цього, ДКС 3939 має високу стійкість до вилягання і зламів, що значно полегшує процес збирання врожаю і запобігає втратам продукції.

**Гібрид кукурудзи ДКС 3972 (ФАО 300)** також вирізняється стабільною врожайністю та відмінними агрономічними характеристиками, завдяки чому є універсальним вибором для різнотипних агрокліматичних зон. Завдяки своїй здатності до адаптації, зазначений гібрид забезпечує постійно високі врожаї навіть за несприятливих погодних умов.

Серед основних переваг ДКС 3972 – його стійкість до шкідників і захворювань, що допомагає скоротити витрати на захисні заходи та оптимізувати економічну ефективність виробництва. Посухостійкість гібрида, а також висока здатність зберігати вологу в умовах обмеженого зволоження роблять його надійним рішенням для сільськогосподарських виробників, які стикаються з проблемами, спричиненими кліматичними змінами.

Кукурудза ДКС 3972 демонструє значний рівень врожайності зерна і силосу, що забезпечує її вагоме застосування як джерела корму для тварин. Зерно цього гібрида має високий вміст поживних речовин, зокрема крохмалю та білка, що підвищує його цінність у тваринництві. Крім того, цей гібрид характеризується надійною стійкістю до полягання і зламів, що прискорює процес збору врожаю та мінімізує втрати. Досвід українських сільгоспвиробників свідчить про ефективність обох гібридів у рамках інтенсивного землеробства. Їхні агротехнічні властивості дозволяють раціонально використовувати добрива й засоби захисту рослин, що забезпечує високу продуктивність і рентабельність вирощування.

**Квантум Сільвер** – висококонцентроване комплексне хелатне добриво для позакореневого підживлення та обробки насіння зернових (пшениця, кукурудза), бобових та технічних (соняшник, ріпак, цукровий буряк) культур. Удосконалена формула поєднання добрив Квантум Зернові та Квантум Технічні. У своєму складі містить підвищений вміст цинку та біологічно активних речовин для стимуляції розвитку кореневої системи.

Хімічний склад: N – 7,0% (70 г/л), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 6,0% (59 г/л), K<sub>2</sub>O – 9,0% (90 г/л), SO<sub>3</sub> – 3,0% (30 г/л), B – 0,5% (5 г/л), Zn – 1,6% (15,8 г/л), Cu – 1,6% (15,7 г/л), Mn – 0,7% (7 г/л), Mo – 0,015% (0,15 г/л), Ni – 0,01% (0,1 г/л), Co – 0,003% (0,03 г/л). Додатково містить комплекс біологічно активних речовин, рН – 7,5-8,5, густина – 1,2-1,25 кг/л.

Дія та вплив мікродобрива: корекція тимчасового дефіциту (спричиненого погодно-кліматичними, ґрунтовими, хімічними факторами) макро- і мікроелементів, біологічно активних речовин у рослинах; корегування системи удобрення рослин у разі дефіциту в ґрунті важливих мікроелементів, а також в інтенсивних технологіях при плануванні високих урожаїв культури; активізації фотосинтетичної та біологічної активності рослин у відповідальні фази росту і розвитку для формування максимально можливої в конкретних умовах продуктивності посівів зернових культур; подолання рослинами наслідків стресових умов, що призвели до уповільнення або завмирання ростових процесів; збільшення енергії проростання та польової схожості обробленого насіння; поліпшення якісних показників урожаю.

Внесення на посівах кукурудзи: 3-5 листків (ВВСН 13-15) для сприяння формуванню генеративних органів як основи високого врожаю в нормі 1,0 л/га; 6-8 листків (ВВСН 16-18) для підвищення озерненості початків кукурудзи в нормі 2,0 л/га.

## 2.5 Агротехнічні заходи в досліді

В господарстві попередником кукурудзи виступав соняшник. Після нього відразу ж провели лушення з подальшою оранкою на 35 см. Потім осінню обробку ґрунту завершили глибоким розпушуванням на 55 см. Навесні закрили вологу за допомогою боронування і підготували землю під сівбу – провели культивуацію з одночасним внесенням 100 кг/га карбаміду. Також кукурудзу підживили 70 кг/га нітроамофоски 16:16:16. Агропідприємство проводило тільки гербіцидну обробку. Так, використовували в баковій суміші 80 г/га Легіону, 50 г/га Крейсера і 0,5 л/га Сулама. Однак місцями в посівах захист спрацювала не в повній мірі. Також рослинам давали стимулятор росту Авангард. Сівбу проводили 12-рядною сівалкою Horsch Maestro з нормою висіву 80 тис./га. Посіви отримали однорідні, вчасно була проведена обробка гербіцидом з д.р. тіенкарбазон-метил, засміченості немає. Агротехнічні заходи виконані своєчасно і на високому рівні. Збирали кукурудзу в господарстві завдяки наявності власного парку сучасної сільськогосподарської та вантажної техніки -комбайнів Claas Tucano 470 і Lexion 670 та КамАЗів.

## РОЗДІЛ 3

### ВПЛИВ ПІДЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

#### **3.1 Тривалість періоду вегетації гібридів кукурудзи на зерно залежно від підживлення**

Розвиток рослин значною мірою обумовлені ефективністю використання ними чинників навколишнього середовища, що визначаються складними процесами взаємодії рослинного організму з умовами вирощування. Фактично, зростання і розвиток рослин підпорядковуються біологічним особливостям культури, які забезпечують оптимальне використання екологічних ресурсів.

Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи визначається не тільки сортовими особливостями, але й сукупністю агротехнічних заходів, таких як системи удобрення та захисту посівів. Ці фактори впливають на інтенсивність і тривалість етапів органогенезу, які відповідають фазам розвитку кукурудзи. Відповідно до тривалості вегетаційного періоду, гібриди та сорти кукурудзи класифікуються на ранньостиглі (90–100 діб), середньоранні (105–115 діб), середньостиглі (115–120 діб), середньопізні (120–130 діб) і пізньостиглі (135–140 діб).

Ключовим критерієм для визначення групи стиглості зерна є сума ефективних температур понад 10 °С, що необхідна для його дозрівання, а також показник передзбиральної вологості зерна. На основі цих параметрів можливе прогнозування часу дозрівання кукурудзи. Гібриди, що відрізняються за тривалістю вегетаційного періоду, мають різні потреби у сонячній енергії для досягнення повної стиглості зерна.

Темпи росту та розвитку кукурудзи є безпосередньо залежними від температурного режиму повітря та рівня вологи. Особливо помітним є вплив змін у навколишніх умовах у критичний період між сівбою і появою сходів. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Дати настання фенологічних фаз та тривалість вегетаційного періоду середньораннього гібриду кукурудзи на зерно ДКС 3939 (ФАО 320)

Варіант удобрення	Дати настання									Тривалість вегетаційного періоду, днів
	сівби	повні сходи	початок викидання волоті	повного викидання волоті	повне цвітіння качанів	молочна стиглість	молочно-воскова стиглість	воскова стиглість	повна стиглість	
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	05.05	11.05	03.06	06.06	11.06	10.07	18.07	12.08	11.09	123
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13-15)	05.05	11.05	04.06	07.06	11.06	09.07	16.07	13.08	14.09	125
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	05.05	11.05	06.06	09.06	14.06	13.07	21.07	16.08	15.09	126
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	05.05	11.05	05.06	08.06	14.06	12.07	21.07	16.08	17.09	127

У 2024 році сівба досліджуваних гібридів кукурудзи була проведена 5 травня (див. табл. 3.1). Повні сходи були отримані на 6 добу. Слід відмітити, що повні сходи гібриду ДКС 3939 (ФАО 320) були отримані на 6 добу, а гібриду ДКС 3972 (ФАО 300) на 7 і 8 добу. Проте всі досліджувані гібриди за

роки досліджень проходили період від сівби до повних сходів у нормальні строки при оптимальній температурі і вологості ґрунту (на 6-8 добу).

Таблиця 3.2

Дати настання фенологічних фаз та тривалість вегетаційного періоду середньораннього гібриду кукурудзи на зерно ДКС 3939 (ФАО 320)

Варіант удобрення	Дати настання									Тривалість вегетаційного періоду, діб
	сівби	повні сходи	початок викидання волоті	повного викидання волоті	повне цвітіння качанів	молочна стиглість	молочно-воскова стиглість	воскова стиглість	повна стиглість	
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	05.05	11.05	31.05	03.06	09.06	09.07	18.07	12.08	11.09	121
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3- 5 листки, ВВСН 13-15)	05.05	11.05	31.05	03.06	09.06	06.07	14.07	10.08	12.09	122
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	05.05	11.05	03.06	06.06	13.06	11.07	21.07	13.08	13.09	123
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6- 8 лисків, ВВСН 16-18)	05.05	11.05	02.06	05.06	10.06	10.07	19.07	15.08	15.09	126

Період початку викидання волоті у досліджуваних гібридів кукурудзи спостерігався у різні строки, незважаючи на їхню належність до однієї групи

стиглості – середньоранньої. Для гібрида ДКС 3972 (ФАО 300) початок викидання волоті припадав на 20-22 добу після фази повних сходів, тоді як найпізніший строк викидання волоті у цьому ж гібриді фіксувався на 23-27 добу за контрольного варіанту.

Аналіз даних таблиць 3.1–3.2 свідчить, що тривалість міжфазних періодів у гібридів кукурудзи залежала як від основного внесення мінеральних добрив, так і від підживлення. До прикладу, у гібрида ДКС 3939 (ФАО 320) для фонових умов дослідження з внесенням Карбаміду (100 кг/га під час культивуації) та Нітроамофоски 16:16:16 (250 кг/га при сівбі), період від сходів до викидання волоті тривав 14 діб. У цьому ж гібриді зазначеної групи період до фази сходів становив 17 діб для інших варіантів удобрення, аналогічний строк склав і гібрид ДКС 3972 (ФАО 300). Тривалість періоду від сходів до цвітіння волоті склала 63 доби для гібрида ДКС 3939 (ФАО 320), тоді як для ДКС 3939 (ФАО 320) та ДКС 3972 (ФАО 300) цей показник збільшувався до 66 і 69 діб відповідно. Від цвітіння волоті до молочної стиглості у першому гібриді цей термін дорівнював 15 дням, а у другого та третього – 16 дням. Період від молочної до повної стиглості склав 31 добу для ДКС 3939 (ФАО 320), тоді як для аналогічного гібрида та для ДКС 3972 (ФАО 300) він становив 34 і 36 діб відповідно.

Таким чином, результати аналізу демонструють, що тривалість міжфазних періодів істотно варіює залежно від рівня удобрення та системи підживлення, що застосовується на окремих фенологічних етапах розвитку рослин. Найкоротший період від сходів до повної стиглості було зафіксовано у варіанті з внесенням Карбаміду (100 кг/га під культивуацію) та Нітроамофоски 16:16:16 (250 кг/га при сівбі). Застосування підживлення препаратом Квантум Сільвер у фазі 3-5 листків сприяло подовженню міжфазних періодів у середньому на 2-4 доби.

Тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи визначається такими факторами, як температурний режим, рівень зволоженості посівів, сортові характеристики гібридів та рівень мінерального живлення. З огляду

на цю залежність, для ефективного вирощування кукурудзи необхідно підбирати гібриди, які оптимально використовують потенціал вегетаційного періоду конкретного регіону, що дозволяє досягти максимальної врожайності. За тривалістю вегетаційного періоду розглянуті гібриди демонстрували такі показники: ДКС 3939 (ФАО 320) — 96–107 діб; той самий гібрид в інших умовах — 98–106 діб; ДКС 3972 (ФАО 300) — 102–113 діб.

Відповідь гібридів на внесення добрив була подібною та проявлялася через збільшення тривалості міжфазних періодів. Це супроводжувалося пізнішим настанням ключових макростадій, таких як ВВНС 51–59 (макростадія 5), ВВНС 71–79 (макростадія 7) та ВВНС 83–89 (макростадія 8). Загалом вегетаційний період збільшувався на 5–12 діб залежно від обраної системи удобрення.

Дослідження також показали, що застосування препарату Квантум Сільвер у фазах розвитку 3–5 листків на фоні внесення мінеральних добрив подовжувало тривалість фенологічних фаз та загальний вегетаційний період кукурудзи на 1–3 дні. Більш вагомий ефект спостерігався при підживленні сумішшю Квантум Сільвер у дозуванні 2 л/га у дві фази (3–5 та 6–8 листків) разом із попереднім внесенням 100 кг/га карбаміду під культивування та 250 кг/га нітроамофоски (16:16:16) під час сівби. Таке удобрення сприяло продовженню вегетаційного періоду середньостиглих гібридів кукурудзи на 4–8 діб.

### **3.2 Вплив удобрення на висоту рослин гібридів кукурудзи**

Одним із ключових факторів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур є забезпечення збалансованого живлення рослин. Добрива відіграють важливу роль як джерело поповнення поживних речовин у ґрунті, а також покращення умов їх засвоєння рослинами. Результати попередніх досліджень свідчать, що покращення умов мінерального живлення гібридів кукурудзи за рахунок внесення добрив сприятливо впливало на інтенсивність формування листкового апарату,

площу листкової поверхні, ріст рослин та накопичення надземної фітомаси. Крім того, такі заходи позитивно позначалися на ефективнішому використанні рослинами вологи з ґрунту, що має критичне значення для отримання вищих врожаїв зерна.

Одним із важливих морфолого-біологічних параметрів, що характеризують реакцію рослин на зміну умов вирощування, є висота рослин. Деякі наукові дані свідчать, що внесення добрив на ранніх етапах розвитку кукурудзи не викликало помітних змін у висоті рослин. Однак у фазі цвітіння волоті зі збільшенням доз мінеральних добрив спостерігалося значне підвищення висоти рослин та рівня прикріплення качанів.

Аналіз даних таблиці 3.4 дозволяє обґрунтувати динаміку зміни висоти рослин гібридів кукурудзи у різні роки та за варіантами дослідження. За результатами спостережень, у гібрида ДКС 3939 (ФАО 320) на базовому варіанті дослідження з внесенням 100 кг/га карбаміду під культивування та 250 кг/га нітроамофоски (16:16:16) під час сівби висота рослин у фазу повної стиглості становила 217,4 см. Використання у фазі 3-5 листків препарату Квантум Сільвер у дозуванні 2 л/га сприяло збільшенню висоти рослин гібрида на 14,3–28,9 см. Поєднання Квантум Сільвер із додаванням КАС у кількості 10 кг/га (фазова внесення у 3-5 листки) забезпечувало додаткове зростання висоти рослин на 6-8 см завдяки покращенню забезпечення рослин поживними елементами.

Таблиця 3.4

Висота рослин гібридів кукурудзи в залежності від удобрення, см

Варіант удобрення	10-12 листків	Викидання волоті	Молочно-воскова стиглість
ДКС 3939 (ФАО 320)			
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивування + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	36,8	188,3	253,6
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки,	43,5	207,8	282,5

ВВСН 13-15)			
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	45,6	211,3	290,2
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	49,6	216,5	292,7
ДКС 3972 (ФАО 300)			
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	39,4	181,1	256,4
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13-15)	46,6	209,6	285,3
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	47,2	213,1	293,0
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	50,2	218,3	295,5

Максимальних показників висоти рослин (262,7 см у 2024 році) вдалося досягти при внесенні Квантум Сільвер 2 л/га двічі: у фази 3-5 і 6-8 листків, а також за попереднього базового удобрення (100 кг/га карбаміду під культивуацію та 250 кг/га нітроамофоски під час сівби). Таке дворазове підживлення сприяло збільшенню висоти рослин гібрида ДКС 3939 на 23,1–22,8 см порівняно з базовим варіантом і на 6,1–10,6 см щодо одноразового внесення Квантум Сільвер.

Синергетичний ефект від поєднання Квантум Сільвер із КАС у фазі 3-5 листків також позитивно впливав на показники висоти рослин, хоча й менш виражено: приріст складав 1-2 см порівняно з попереднім варіантом дослід у фазі 10-12 листків. Подібна залежність щодо впливу системи удобрення на висоту рослин відзначалася і для гібрида ДКС 3972 (ФАО 300). Наприклад, у фазу викидання волоті висота рослин на четвертому варіанті дослід перевищувала базовий варіант (100 кг/га карбаміду та 250 кг/га

нітроамофоски при сівбі) на 15-18,5 %, а в фазу молочно-воскової стиглості – на 19,3–54,9 % (табл. 3.4).

Добриво Квантум Сільвер у дозі 2 л/га було створено відповідно до фізіологічних вимог кукурудзи щодо основних елементів живлення. У його складі особливо важливі фосфор і магній, що підсилюють процес фотосинтезу, а також цинк, який активує ріст рослини. Максимальна висота кукурудзи зафіксована у фазі повної стиглості зерна для гібриду ДКС 3972 (ФАО 300) у 2024 році. Цього результату досягнуто завдяки застосуванню Квантум Сільвер у дозі 2 л/га в два етапи (у фазах 3-5 і 6-8 листків) на фоні внесення 100 кг/га карбаміду під культивуацію та 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 під час сівби. Висота рослин становила 265,5 см.

Дослідження показали, що найбільший приріст рослин кукурудзи спостерігався в міжфазний період від 10-12 листків до фази викидання волоті. У такій фазі гібрид кукурудзи ДКС 3939 (ФАО 320) виявив приріст у межах від 101,7 до 143,0 см у залежності від використаної системи удобрення. Використання Квантум Сільвер сприяло загальному, хоч і незначному, приросту висоти рослин цього гібриду — на 6-8 см.

Варто відзначити, що висота рослин також суттєво залежала від генетичних характеристик гібриду. Серед усіх досліджуваних варіантів найбільша висота була зафіксована у гібриду ДКС 3939 (ФАО 320) у фазу повної стиглості. За умов внесення Квантум Сільвер у дозі 2 л/га (у фазах 3-5 і 6-8 листків), на фоні 100 кг/га карбаміду під культивуацію та 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 під час сівби, вона досягла 285,5 см у 2024 році.

### **3.3 Вплив удобрення на формування площі листкової поверхні посівами кукурудзи**

Фотосинтетична активність гібридів кукурудзи є ключовим біологічним процесом, від якого значною мірою залежить метаболічне функціонування рослин та їх продуктивність. Оптимальні умови для отримання високої продуктивності польових культур виникають за умови, якщо площа листкової

поверхні посівів перевищує площу землі в 4–6 разів. Встановлено, що зі збільшенням норм внесення добрив урожай зерна кукурудзи також зростає. Суттєвий кореляційний зв'язок існує між розміром листової поверхні та рівнем урожайності. Використання добрив дозволяє не лише збільшити розміри листової поверхні, але й підвищити продуктивність асиміляційних процесів у рослинах. Підвищення норм азотних добрив сприяє відповідному збільшенню площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу посівів кукурудзи.

Аналіз ефективності мінеральних добрив свідчить про їх позитивний вплив на формування листового апарату гібридів кукурудзи. У дослідженнях середньоранніх гібридів ДКС 3939 (ФАО 320) та ДКС 3972 (ФАО 300) вимірювання площі листової поверхні проводили в ключових фазах розвитку: 6–8 листків, викидання волоті та молочно-воскова стиглість зерна. До етапу викидання волоті відзначено збільшення площі асиміляційної поверхні, що безпосередньо залежало від обраної системи удобрення. Зокрема, результати показали, що підживлення сумішшю Квантум Сільвер у дозі 2 л/га (фази 3–5 і 6–8 листків) на фоні внесення Карбаміду (100 кг/га) під культивування та нітроамофоски (250 кг/га) під час сівби сприяло значному збільшенню площі листової поверхні.

Максимальні показники площі листової поверхні у досліджуваних гібридів були зафіксовані у фазу викидання волоті. У гібрида ДКС 3939 (ФАО 320) площа листової поверхні варіювалася у межах 31,1–45,8 тис.м<sup>2</sup>/га, тоді як у гібрида ДКС 3972 (ФАО 300) — від 26,1 до 39,5 тис.м<sup>2</sup>/га. Найнижчі значення цього показника виявлено у контрольному варіанті (Карбамід 100 кг/га + нітроамофоска 250 кг/га при сівбі). У фазу молочно-воскової стиглості спостерігалось закономірне зменшення площі листової поверхні внаслідок часткового відмирання листків нижніх ярусів. Наприклад, за умов використання Квантум Сільвер (2 л/га) на фоні стандартного удобрення, площа листової поверхні гібрида ДКС 3939 складала 36,5 тис.м<sup>2</sup>/га, а у гібридів ДКС 3939 та ДКС 3972 ці показники становили відповідно 35,2 та 31,2

тис.м<sup>2</sup>/га. Це можна пояснити фізіологічним процесом підсихання нижніх листків.

Біологічні особливості гібридів відіграють значну роль у формуванні листового покриву протягом вегетаційного періоду. Перевага за цим параметром спостерігалася у гібрида ДКС 3939 (ФАО 320) порівняно з іншими середньоранніми гібридами. Такий результат пов'язаний із тим, що саме цей гібрид демонструє інтенсивніше відмирання нижніх листків у другій половині вегетації.

Таблиця 3.5

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

Варіант удобрення	Фаза росту		
	6-8 листоків	викидання волоті	МОЛОЧНО-ВОСКОВА СТИГЛІСТЬ
<b>Гібрид ДКС 3939 (ФАО 320)</b>			
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	10,0	30,5	25,7
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13-15)	10,8	33,8	28,6
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13- 15)	11,7	38,8	33,3
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	12,1	44,5	35,2
<b>Гібрид ДКС 3972 (ФАО 300)</b>			
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	9,4	26,1	21,1
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13-15)	10,1	33,3	30,3
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13- 15)	10,3	36,6	30,4
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	10,4	39,5	31,2

Дворазове внесення препарату Квантум Сільвер у дозі 2 л/га на фазах 3-5 та 6-8 листків дозволяє зробити висновок, що підвищення вмісту доступних форм азоту, фосфору та обмінного калію в ґрунті, разом із внесенням добрив для підживлення, сприяло реалізації потенціалу продуктивності рослин кукурудзи через збільшення індексу та площі листкової поверхні.

### **3.4 Структура врожаю та урожайність зерна кукурудзи залежно від удобрення**

Урожайність кукурудзи варіюється в межах від 5,0 до 20,0 т/га, залежно від агрокліматичних умов і технологій вирощування. Значну роль у формуванні врожаю відіграють мінеральне та повітряне живлення. Оптимальні дози мінеральних добрив у поєднанні з органічними, включаючи нетрадиційні види (побічна продукція рослинництва, сидерати в умовах достатнього зволоження), позитивно впливають на фізичні властивості ґрунту, розвиток кореневої системи та надземної маси. Це створює передумови для досягнення високої врожайності. Водночас важливі не лише дози добрив, а й способи їх внесення.

Ключовим періодом у мінеральному живленні кукурудзи вважається фаза 6–8 листків. У цей час відбувається відмирання первинної кореневої системи та перехід на живлення вторинною системою, активний ріст листкової поверхні та формування генеративних органів. Саме тоді закладаються качани й посилюються обмінні процеси, що робить рослину більш чутливою до стресових факторів.

Дослідження показали, що внесення Квантум Сільвер у підживлення позитивно впливає на ранніх етапах розвитку кукурудзи. Легкодоступні сполуки фосфору активізують ріст кореневої системи, сприяючи закладанню майбутнього врожаю. Цинк бере участь у азотному обміні, стимулює синтез триптофану та ауксину, а також впливає на вуглеводний, жировий і фосфорний обміни. Окрім цього, він посилює синтез хлорофілу, вітамінів В, Р і С, забезпечуючи стійкість кукурудзи до заморозків. Підживлення у фазу

3–5 листків покращує ріст і розвиток рослин та підвищує врожайність у середньому на 9–12 ц/га.

Врожай кукурудзи залежить від морфо-біологічних характеристик гібридів, умов удобрення та погоди впродовж вегетаційного періоду. Передзбиральна вологість гібридів є важливим показником, оскільки вона впливає на строки збирання та витрати на доробку зерна. Висока вологість підвищує собівартість продукції та знижує її рентабельність. Тому аналіз впливу добрив і погодних факторів слід розпочинати саме з цього показника.

У розвитку кукурудзи виділяють два ключові етапи забезпечення макро- та мікроелементами: фази 3–5 та 6–8 листків. У фазу 3–5 листків формуються генеративні органи, які визначають кількість качанів і зерен на них. Фосфор тут відіграє вирішальну роль. У фазу 6–8 листків рослина добре реагує на листове підживлення мікроелементами (цинком, марганцем, бором, міддю), яке впливає на озерненість качанів і покращує якість урожаю. У стресових умовах листове підживлення є майже єдиним способом забезпечити рослину необхідними елементами живлення, оскільки вони швидко засвоюються завдяки легкодоступній формі.

Найбільш висока вологість зерна у досліджуваних гібридів спостерігалася у варіанті 1 експерименту, де застосовувався Карбамід у дозі 100 кг/га під час культивування, а також 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі. Вологість коливалася в межах від 18,2 до 19,2 % (табл. 3.6). Аналіз показників виходу зерна виявляє аналогічну закономірність, що була визначена під час аналізу вологості зерна. Таким чином, збільшення цього показника також залежало від системи удобрення гібридів кукурудзи. Окрім того, на величину виходу зерна впливали й генетичні особливості гібридів. Зокрема, найбільший вихід зерна був зафіксований у гібриду ДКС 3939 (ФАО 320) – 84,8 %, при варіанті удобрення фон + Квантум Сільвер у дозі 2 л/га (у фазі 3–5 листків).

Елементи структури врожаю та урожайність гібридів кукурудзи залежно від підживлення, 2024 р.

Варіант підживлення	Вологість зерна, %	Вихід зерна, %	К-ть рядів зерен, шт.	К-ть зерен у ряду, шт	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га
<b>Гібрид ДКС 3939 (ФАО 320)</b>						
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	18,9	84,0	17	37	284,5	9,51
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (ВВСН 13-15)	18,2	84,3	17	39	318,4	9,92
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	17,7	84,8	18	41	319,3	10,1
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	17,2	85,2	18	43	331,5	10,7
<b>Гібрид ДКС 3972 (ФАО 300)</b>						
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	18,2	81,7	17	27	251,9	9,10
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13-15)	18,4	82,2	17	27	280,0	9,38
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	17,8	83,1	17	29	285,8	9,62
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	17,1	83,3	17	29	310,8	10,2

Різниця у врожайності між найвищими та найнижчими показниками зернових склала в середньому 1,6%. Найбільший приріст у продуктивності (2%) зафіксовано у гібридів на четвертому варіанті досліду при внесенні у підживлення суміші добрив Квантум Сільвер (2 л/га) у фази 3–5 і 6–8 листків на фоні внесення Карбаміду (100 кг/га) під культивацію та 250 кг/га нітроамофоски (16:16:16) під час сівби. Дослідження підтвердили, що найбільш ефективним є підживлення кукурудзи у фазу 3–5 листків. У цей

період закладаються генеративні органи рослин, що впливають на майбутній врожай.

Ефективність підживлення особливо залежить від присутності елементів живлення, зокрема фосфору, який визначає кількість качанів на рослині та кількість зерен у них. На другому та третьому варіантах дослід, де застосовувалося підживлення Квантум Сільвер (2 л/га) разом із карбамідом (10 кг/га), спостерігалось збільшення показників структури врожаю гібридів кукурудзи. Зокрема, аналіз кількості зерен із одного качана показав, що на четвертому варіанті дослід гібрид ДКС 3939 (ФАО 320) сформував 436 зерен, тоді як на контрольному варіанті цей показник становив лише 294 зерна.

Серед проаналізованих гібридів кукурудзи найкращі результати продемонстрував гібрид ДКС 3939 (ФАО 320), який перевершив гібриди ДКС 3972 (ФАО 300). На третьому і четвертому варіантах дослід він мав більше рядів у качані (19), а також більшу кількість зерен у рядку (31 шт). Найнижчі показники були зафіксовані на контрольному варіанті, однак суттєвих розбіжностей між іншими варіантами не спостерігалось.

Маса 1000 зерен також була вищою у гібрида ДКС 3939 (ФАО 320) і залежала як від погодних умов вегетаційного періоду, так і від системи удобрення. Цей показник коливався в межах 265–350 г, причому найбільша маса зерен була отримана на четвертому варіанті дослід.

Аналіз урожайності показав, що листкове підживлення сумішшю КАС та Квантум Сільвер на фоні мінеральних добрив сприяло суттєвому підвищенню врожайності кукурудзи. Експериментальні дані демонструють, що внесення комплексного добрива Квантум Сільвер (2 л/га) у фази 3–5 і 6–8 листків у поєднанні з основним внесенням Карбаміду (100 кг/га) і нітроамофоски (250 кг/га) збільшило врожайність на 0,99–1,2 т/га або на 22–28% порівняно з фоновими умовами.

Загалом високу врожайність кукурудзи було отримано й за умови застосування лише розрахункової норми мінеральних добрив: Карбамід (100

кг/га) для культивації та нітроамофоска (250 кг/га) при сівбі. На цьому фоні середня врожайність гібрида ДКС 3939 (ФАО 320) становила 9,51 т/га, тоді як для гібридів ДКС 3972 (ФАО 300) – 9,10 т/га та інших – 8,59 т/га. Порівняння врожайності гібридів залежно від досліджуваних факторів показало, що найбільш продуктивним виявився гібрид ДКС 3939 (ФАО 320). Його максимальна врожайність склала 10,7 т/га, перевищуючи показники врожайності гібридів ДКС 3972 (ФАО 300) на 1,4–3,2 ц/га.

### **3.5 Висота прикріплення та кількість качанів на рослині**

На врожайність зерна кукурудзи значний вплив чинить кількість качанів, сформованих на одній рослині. Згідно з дослідженнями, ця ознака є генетично обумовленою та визначається сортами. Сучасні гібриди кукурудзи за сприятливих умов вегетації зазвичай формують один качан. На кількість качанів на рослині впливають низка чинників, зокрема вдосконалення агротехнічних прийомів (застосування мінеральних добрив) і погодні умови. Зокрема, стресові ситуації, такі як різкі зміни температури та нестабільність водного режиму, можуть негативно позначатися на формуванні качанів. Водночас оптимальні умови з достатнім рівнем вологи та стабільним температурним режимом сприяють збільшенню кількості качанів на рослині.

Дані спостережень протягом двох років досліджень демонструють позитивний ефект застосування комплексного добрива «Квантум Сільвер» у дозі 2 л/га у фазах розвитку 3–5 та 6–8 листків, на фоні внесення Карбаміду у кількості 100 кг/га перед культивацією та 250 кг/га нітроамофоски (16:16:16) під час сівби. Наприклад, один із досліджуваних гібридів кукурудзи сформував 106 качанів на 100 рослинах порівняно з 100 качанами у контрольному варіанті. Гібрид ДКС 3939 (ФАО 320) забезпечив формування 108 качанів проти 101 у контрольному варіанті, а гібрид ДКС 3972 (ФАО 300) також сформував 108 качанів у порівнянні з контрольними 101 качаном (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Висота прикріплення початка та кількість початків на 100 рослинах  
гібридів кукурудзи, 2024 р.

Варіант удобрення	Висота прикріплення качана на рослині, см	Кількість качанів на 100 рослинах, шт
<b>Гібрид ДКС 3939 (ФАО 320)</b>		
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	108	101
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13- 15)	109	105
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	111	107
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	116	108
<b>Гібрид ДКС 3972 (ФАО 300)</b>		
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	75	100
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13- 15)	89	104
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	93	105
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	93	106

### 3.6 Якість зерна гібридів кукурудзи залежно від удобрення

Умови мінерального живлення впливають не лише на загальний вміст білка в зерні кукурудзи, але й на його фракційний і амінокислотний склад. Зазвичай внесення азотних добрив сприяє збільшенню відносного вмісту

водорозчинних білків, зокрема альбумінів, які містять основні незамінні амінокислоти. Фракційний склад білків також помітно покращується під дією фосфорно-калійних добрив, хоча загальний вміст білка змінюється несуттєво або навіть може зменшуватися (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Показники (%) якості зерна гібридів кукурудзи  
залежно від удобрення, 2024 р.

Варіант удобрення	Протеїн	Крохмаль	Жир
Гібрид ДКС 3939 (ФАО 320)			
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	10,13	65,46	4,52
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13-15)	10,97	67,97	4,67
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	11,10	68,92	4,32
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	11,16	70,92	4,76
Гібрид ДКС 3972 (ФАО 300)			
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	10,02	65,42	4,39
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13-15)	10,83	67,12	4,55
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	11,01	68,92	4,32
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3-5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	11,08	70,72	4,75

Застосування мікроелементного підживлення на фоні мінеральних добрив сприяє підвищенню вмісту протеїну в зерні кукурудзи. Згідно з результатами проведених досліджень, вміст сирого протеїну у гібридів кукурудзи ДКС 3972 (ФАО 300) в 2-3 варіантах досліду становив 10,83-11,01%, для гібрида ДКС 3939 (ФАО 320) – 10,9-11,10 %, а у іншого досліджуваного гібрида – 10,80-10,88 %. Максимальний показник протеїну (11,58-12,16 %) був зафіксований у 4-му варіанті досліду, при використанні комплексного добрива Квантум Сільвер у дозі 2 л/га (у фазах 3-5 і 6-8 листків)

у поєднанні з внесенням карбаміду (100 кг/га) під культивуацію та нітроамофоски (250 кг/га) під час сівби. Найменший вміст протеїну серед усіх варіантів спостерігався при фоновому удобренні і коливався у межах 10,02-10,14 %.

Таким чином, максимальна реалізація біологічного потенціалу сучасних гібридів кукурудзи досягається за умови забезпечення ґрунтового живлення мікроелементами за допомогою позакореневого підживлення. Навіть невеликі кількості таких підживлень є винятково цінними через те, що макро- та мікроелементи засвоюються рослиною швидко завдяки легкодоступним формам. У стресових умовах, таких як посуха чи зниження температури, позакореневе підживлення стає практично єдиним механізмом для доставки необхідних елементів живлення, зокрема мікроелементів.

Додатково встановлено, що найбільший вміст крохмалю (70,72-71,48%) у зерні гібридів кукурудзи також спостерігався при застосуванні мінеральних добрив разом із дворазовим підживленням добривом Квантум Сільвер у дозі 2 л/га (у фазах 3-5 та 6-8 листків). Зміни якісних показників зерна залежно від погодних та кліматичних умов були незначними і варіювалися у межах 0,1-0,2 %, що свідчить про значну залежність якості урожаю від генетичних характеристик гібридів та рівня забезпечення рослин поживними речовинами.

## РОЗДІЛ 4

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

В 2024 році світове виробництво кукурудзи зросло завдяки розширенню посівних площ, зокрема в Китаї (+2,1 млн га), США (+1,2 млн га) і Бразилії (+0,9 млн га). Саме ці три країни, маючи найбільші площі посівів, залишаються провідними виробниками кукурудзи у світі. Їхній сукупний обсяг виробництва сягає 770 млн тонн, що становить близько 64% від загальносвітового показника. Через війну в Україні відбулися серйозні зміни у списку основних країн-імпортерів української кукурудзи. Наприклад, раніше сусідні Румунія та Польща майже не закупували цю продукцію, однак тепер їхня частка в експорті значно зросла. Подібна ситуація спостерігається і з Угорщиною, а також країнами Балтії. Окрім появи нових напрямків експорту, змінилися й умови торгівлі. Якщо колись продаж через морські порти мав чіткі стандарти (стабільна вологість зерна, заданий відсоток пошкоджених зерен), то з переорієнтацією на європейський ринок якість продукції стала ключовим фактором для покупців.

Навесні та влітку 2024 року ціни на зерно в Україні помітно знизилися через блокування портів і суттєві обмеження можливостей для експорту. Загальний обсяг експорту кукурудзи скоротився приблизно на 20% від запланованого. Ці проблеми призвели до падіння ціни до 200 доларів за тонну. Проте відкриття «зернового» коридору та його подальше функціонування дозволили стабілізувати експортні ціни. Водночас на внутрішньому ринку ситуація кардинально змінилася. Якщо у минулому році ціна кукурудзи в Україні була відносно однорідною, то у 2024-му вона коливалася залежно від регіону. На заході ціна сягала 6000 грн/т, тоді як на сході чи півночі становила близько 4500 грн/т. Це стало наслідком різкого підвищення логістичних витрат, що лягли на плечі фермерів.

Аналіз структури витрат на вирощування кукурудзи показує, що найбільшу частку складають витрати на пальне та мінеральні добрива. Особливо важливу роль відіграють добрива, які значно впливають на врожайність і якість зерна. Завдяки ним можливе покращення обмінних процесів у рослинах, що сприяє активнішому накопиченню білків, жирів і 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 3939 (ФАО 320)</b>						
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	9,1	49140	34550	3797	14590	42
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13-15)	9,38	50652	34490	3677	16162	47
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	9,62	51948	34871	3625	17077	49
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3- 5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	10,2 1	55134	34915	3420	20219	58
<b>Гібрид ДКС 3972 (ФАО 300)</b>						
Фон (Карбамід 100 кг/га під культивуацію + 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 при сівбі)	8,59	46386	34142	3975	12244	36
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га (3-5 листки, ВВСН 13-15)	8,95	48330	34222	3824	14108	41
Фон + Квантум Сільвер 1 л/га + карбамід (3-5 листки, ВВСН 13-15)	9,23	49842	34410	3728	15432	45
Фон + Квантум Сільвер 2 л/га + (3- 5 листки, ВВСН 13-15 та 6-8 лисків, ВВСН 16-18)	9,58	51732	34608	3613	17124	49

\*- вартість кукурудзи за 1 тону зерна – 9400 грн за цінами 2024 р.

У межах проведених досліджень встановлено, що найбільші витрати були характерними для четвертого варіанту експерименту, обумовленого дворазовим підживленням посівів, а також використанням азотних та комплексних добрив, зокрема Квантум Сільвер. Загальний рівень витрат варіював залежно від гібриду в межах 34410–35205 грн на 1 гектар посівної площі (див. табл. 4.1). Найменший рівень витрат, у діапазоні 34142–34550 грн/га, зафіксовано для фонового варіанту досліджу, де застосовували лише мінеральні добрива: Карбамід у кількості 100 кг/га при культивуванні та 250 кг/га нітроамофоски (16:16:16) під час сівби.

Собівартість виробництва однієї тонни зерна у першому варіанті дослідження за роки спостережень становила від 3287 до 3975 грн. У варіанті, де застосовувалося підживлення комплексним добривом Квантум Сільвер (2 л/га на фазах 3-5 та 6-8 листків) на фоні вищезазначених норм внесення Карбаміду і нітроамофоски, цей показник був нижчим порівняно із фоновим варіантом, що зумовлено значно вищими обсягами врожайності.

Показники отриманої продукції з 1 га залежали від величини врожаю, максимальні значення яких спостерігалися у варіанті з використанням Квантум Сільвер за тих самих фаз внесення. Наприклад, вирощування гібридів кукурудзи ДКС 3939 (ФАО 320), залежно від умов експерименту та з огляду на суттєве зниження закупівельної ціни на зерно у 2024 році, забезпечило прибутки в межах 51354–57834 грн/га; для гібрида ДКС 3939 (ФАО 320) – 49140–55134 грн/га, а для гібрида ДКС 3972 (ФАО 300) – 46386–51732 грн/га.

Найвищий показник умовного чистого прибутку було встановлено для ділянок із вирощуванням гібрида ДКС 3939 (ФАО 320) з використанням комплексу добрив Квантум Сільвер у поєднанні з КАС, що склав 22629 грн на кожен гектар. Рівень рентабельності при вирощуванні гібридів кукурудзи із застосуванням Квантум Сільвер (2 л/га за фазами 3-5 та 6-8 листків) коливався у межах 49–64 %.

## ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі подано теоретичне обґрунтування питання встановлення ефективності підживлення кукурудзи на зерно чорноземах Сумської області.

1. Застосування комплексного добрива Квантум Сільвер у фазі 3-5 листків на фоні мінеральних добрив сприяло збільшенню тривалості фенологічних фаз і вегетаційного періоду кукурудзи на 1-3 дні. Синергетична дія Квантум Сільвер і КАС, внесених у фазах 3-5 і 6-8 листків, продовжувала вегетаційний період середньоранніх гібридів кукурудзи на 4-8 днів.

2. Під час цвітіння волотей висота рослин збільшувалася на 11,2–24,2 % завдяки позакореновому підживленню мікроелементним препаратом у фазі 3-5 листків разом із КАС. Найбільший приріст висоти (17,2–28,1 %) відзначено за використання бакової суміші Квантум Сільвер і КАС, на тлі внесення Карбаміду (100 кг/га) під культивуацію та нітроамофоски (250 кг/га) під час сівби.

3. Максимальна асиміляційна листкова поверхня (9,3–10,4 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з контролем) формувалася при дворазовому внесенні комплексного добрива Квантум Сільвер із КАС у фазах 3-5 та 6-8 листків. Гібрид ДКС 3939 (ФАО 320) демонстрував найбільшу площу листкової поверхні: 12,6 тис. м<sup>2</sup>/га у фазу 6-8 листків, 45,8 тис. м<sup>2</sup>/га у фазу викидання волотей та 36,5 тис. м<sup>2</sup>/га у фазу молочно-воскової стиглості.

4. Максимальна кількість качанів (106-108 шт. на 100 рослин) була сформована за умов дворазового позакоренового підживлення Квантум Сільвер із КАС на фоні мінеральних добрив. Такий агротехнічний прийом також сприяв покращенню морфометричних показників качанів: довжина збільшувалася на 13,2–15,8 %, діаметр – на 8,5–9,1 %, а також підвищувалася маса 1000 зерен (на 2,7–3,6 %) і ступінь озерненості качанів (на 1,4–4,2 %).

5. Внесення комплексного добрива Квантум Сільвер у фазі 3-5 листків покращувало ріст і розвиток кукурудзи, збільшуючи врожайність у середньому на 9-12 ц/га. Найліпших результатів досягали при дворазовому

застосуванні добрива (у фазах 3-5 та 6-8 листків) спільно з КАС, що забезпечувало максимальну прибавку врожайності зерна в межах 0,99–1,2 т/га або 22–28 %. Найпродуктивнішим виявився гібрид ДКС 3939 (ФАО 320), урожайність якого в 2024 році сягнула 12,34 т/га.

6. Застосування Квантум Сільвер з КАС (у фазах 3-5 та 6-8 листків) на фоні мінеральних добрив сприяло накопиченню максимального вмісту протеїну (11,58–12,16 %) і крохмалю (70,72–71,48 %) у зерні кукурудзи.

7. Внесення Квантум Сільвер (2 кг/га) разом із КАС (у фазах 3-5 та 6-8 листків) на фоні Карбаміду (100 кг/га) під культивування та нітроамофоски (250 кг/га) під час сівби забезпечувало рівень рентабельності в межах 49–64 % та умовно чистий прибуток на рівні від 17,124 до 22,629 грн за гектар.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На чорноземах глибоких лівобережного Лісостепу України для забезпечення стабільних і високоякісних врожаїв кукурудзи на рівні 9-10 т/га рекомендовано вирощувати середньоранні гібриди ДКС 3939 (ФАО 320). Оптимальна система удобрення передбачає внесення Карбаміду у кількості 100 кг/га під час культивуації, а також 250 кг/га нітроамофоски 16:16:16 під час сівби. Додатково слід проводити підживлення у фазах розвитку культури 3-5 та 6-8 листків із застосуванням комплексного добрива Квантум Сільвер (2 л/га) та карбамід (10 кг/га ф.в.).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Асанішвілі Н. М., Буслаєва Н. Г., Шляхтурова С. П. Вплив агрохімічного навантаження на забезпеченість рослин елементами живлення та врожайність кукурудзи в Лісостепу. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2020. Вип. 32. С. 9–19. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-1-1>
2. Бомба М., Дудар І., Литвин О., Тучапський О., Апостол М. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення. Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер.: Агрономія. 2013. № 17 (2). С. 64–67.
3. Борис Н. Є., Красюк Л. М. Поживний режим сірого лісового ґрунту залежно від систем основного обробітку і удобрення в короткоротаційній зерновій сівозміні. Агробіологія. 2020. Вип. 2. С. 16–26. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-16-26
4. Вожегова Р. А., Котельников Д. І., Малярчук В. М. Біологічна активність на посівах кукурудзи за різних способів та глибини основного обробітку на фоні ор-гано-мінеральних систем удобрення в умовах зрошення за півдня України. Зрошуване землеробство. 2019. Вип. 71. С. 180–184. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.37>
5. Гавловський О. О., Недільська У. І. Продуктивність кукурудзи під впливом добрив. Актуальні проблеми охорони рослинного світу та відновлення біорозмаїття – 2020: Збірник наукових праць Всеукраїнської студентської науково-практичної інтернет-конференції 15 травня 2020 р. (ПДАТУ, м. Кам'янець-Подільський). Кам'янець-Подільський, 2020. С. 6–7.
6. Гирич С. В., Лояніч Г. С. Сучасні погляди на споживні переваги та проблеми безпеки рослинних олій. Національна економіка. Інтелект XXI. 2018. № 5. С. 37–41.
7. 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. коеф. молодих учених і студентів. Житомир: вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2004. С. 28–31.
8. Господаренко Г. М., Любич В. В., Леонова К. П., Стоцький В. В. Вплив вапнування чорнозему опідзоленого та удобрення на врожайність кукурудзи. Аграрні інновації. 2022. (13) С. 35–39. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.13.5.
  9. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив кукурудзою. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2019. Вип. 95. Ч. 1. С. 76–89. DOI: 10.31395/2415-8240-2019-95-1-76-89
  10. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Мартинюк А. Т., Бойко В. П. Винесення основних елементів живлення з ґрунту культурами польової сівозміни за різного удобрення. Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. збірник. 2021. Вип. 91. Харків : ННЦ «ІА ім. О.Н. Соколовського». 2021. С. 31–40.
  11. Григоренко А. В., Біленко О. П. Навіщо нам кукурудза? Актуальні питання та проблематика у технологіях вирощування продукції: матеріали ІХ науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 27 листопада 2020 р. С. 59–62.
  12. Жмура О., Андрієнко О. Удобрення гібридів кукурудзи. Сучасні технології агропромислового виробництва: матеріали І Міжнародної студентської науково-практичної інтернет-конференції. Кропивницький, 19 листопада 2020 р. 2020. С. 70–72.
  13. Захарченко Е.А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. Вісник Сумського НАУ. 2019. Вип. 4. С. 8–14.
  14. 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.

15. Каменщук Б. Д. Шляхи підвищення ефективності вирощування кукурудзи на зерно. Корми і кормовиробництво. 2020. № 89. С. 85–92. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-08.
16. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Формування якості зерна кукурудзи різних напрямів використання залежно від технології вирощування в Лісостепу. Корми і кормовиробництво. 2020. № 89. С. 74–84. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-07
17. Коваленко О.А., Дробітько А.В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов змін клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали Міжн. наук.-практ. конф. Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730.
18. Кохан А. В., Глущенко Л. Д., Лень О. І., Олєпир Р. В., Самойленко О. А. Продуктивність сортів і гібридів кукурудзи за різних систем удобрення та беззмінного їх вирощування. Вісник аграрної науки. 2019. № 10 (799). С. 18–23. DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk2019010-03>
19. 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.
20. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Формування урожаю 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.
21. 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.
22. Луцяк В. В., Амонс С. Е. Забезпечення спроможності вітчизняних агропродовольчих підприємств до комерціалізації нових видів харчових

- олій. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2018. № 8. С. 35–54.
23. Малієнко А. М., Борис Н. Є. Типовість гідротермічних умов зони Правобережного Лісостепу та їх вплив на продуктивність кукурудзи. Агробіологія. 2019. № 1. С. 55–64. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2019-2019-146-1-55-64>
24. Мелешко І. О., Сидякіна О. В. Вплив структурних показників на врожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві : Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки. Херсон, 10 листопада 2020 р. 2020. С. 23–27.
25. Мелешко І. О., Сидякіна О. В. Сучасний сортимент гібридів кукурудзи на зерно на українському ринку. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку : Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки. Херсон, 19 травня 2021 р. С. 59–63.
26. Мілютенко Т. Б. Оптимізація поживного режиму ґрунту в агрофітоценозі кукурудзи. Збалансоване природокористування. 2014. № 2. С. 81–87.
27. Молдован Ж.А., Собчук С.І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. Зернові культури. 2018. Т. 2. № 1. С. 101–108.
28. Особливості застосування мікродобрив Реаком Плюс сумісно з гербіцидами в технології вирощування кукурудзи. URL: <https://posivna.com.ua/ua/doslidi-agronoma/osoblivosti-zastosuvannya-mikrodoobriv-reakom-plyus-sumisno-zgerbitsidami-v-tekhnologiji-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 06.04.2024).
29. Паламарчук В. Д., Віннік О. В., Коваленко О. А. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування. Аграрні інновації. 2021. № 5. С. 143–156. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.23>

30. 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.
31. Поліщук М.І. Паламарчук О.Д. Вплив позакоренових підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2016. № 4. С. 102–109.
32. Сидякіна О. В., Іванів М. О. Вплив фону мінерального живлення та стимулятора росту Зеастимулін на продуктивність зерна кукурудзи в умовах зрошення півдня України. Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: зимові диспути : тези доп. І Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Дніпро, 6–7 лютого 2020 р. 2020. Т. 3. С. 177–183.
33. Сухомуд О.Г., Адаменко Д.М., Кравець І.С., Суханов С.В. Вплив застосування мікродобрив ТМ «АКТИВ ХАРВЕСТ» на ріст, розвиток і врожайність рослин кукурудзи. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2019. Вип. 94. С. 156–164. DOI: 10.31395/2415-8240-2019-94-1-156-164
34. Талавирия М. П., Ващенко І. В. Особливості регулювання кукурудзи в Україні. Інклюзивний розвиток національної економіки: глобальні тенденції, можливості України та роль агропродовольчого сектора: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: НУБіП, 21–22 листопада 2019 р. С. 92–94.
35. Ткаліч Ю. І., Циліорик О. І., Козечко В. І. Оптимізація застосування мікро- добрив та регуляторів росту рослин у посівах кукурудзи Північного Степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпро: Свідлер А. Л., 2017. № 4 (46). С. 20–25.
36. Філоненко С. В., Попов О. О. Аналіз ефективності позакоренового внесення мікроелементів на посівах кукурудзи. Інновації управління продуктивністю та поліпшення якості зерна пшениці озимої: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої

- пам'яті професора Г. П. Жемели. Полтава, 30 вересня 2021 р. 2021. С. 109–112.
37. Харченко Ю. В., Харченко Л. Я., Куценко О. М., Ляшенко В. В. Селекційна цінність сортового різноманіття кукурудзи колекції Устимівської дослідної станції рослинництва. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 1. С. 33–43. DOI: 10.31210/visnyk2020.01.03
  38. Циков В.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрих при вирощуванні кукурудзи. Зернові культури. 2017. Т 1. № 1. С. 75–79.
  39. Циков В.С., Дудка М.І., Шевченко О.М. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами 51 сумісно з азотним мінеральним добривом. Бюлетень ІЗГ степової зони НААН України. 2016. № 11. С. 23–27.
  40. Шинкарук Л. Вплив макро- і мікродобрих на врожайність кукурудзи. Вісник ЛНАУ: Агрономія. 2021. № 25. С. 162–166. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.162>
  41. Що любить «їсти» кукурудза? Мікроелементи, які необхідні цариці полів. URL: <https://superagronom.com/articles/143-scho-lyubit-yisti-kukurudzamikroelementi-yaki-neobhidni-tsaritsi-poliv> (дата звернення: 06.04.2024).
  42. Leaf area index of sweet corn (*Zea mays* ssp. *saccharata* L.) crops depending on cultivation technology in the drip-irrigated conditions of the south of Ukraine / Lykhovyd P. etc. *Modern Phytomorphology*. 2019. № 1–4, P. 166–184.
  43. Saravankumar P. T., Suresh V., Vijayan V., Godwin Antony A. Ecological effect of corn oil biofuel with SiO<sub>2</sub> nano-additives. *Energy Sources. Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. 2019. 41 (23). Pp. 2845–2852. DOI: <https://doi.org/10.1080/15567036.2019.1576079>
  44. Tanklevska N., Petrenko V., Karnaushenko A., Melnykova K. World corn market: analysis, trends and prospects of its deep processing. *Agricultural and*

Resource Economics: International Scientific E-Journal. 2020. T. 6. № 1868-2020-1688. Pp. 96–111. DOI: [10.22004/ag.econ.305555](https://doi.org/10.22004/ag.econ.305555)