

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА АГРОХІМІЇ ТА ҐРУНТОЗНАВСТВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня **Магістр**

на тему: „Удосконалення системи удобрення у технології вирощування кукурудзи на зерно на темно-сірому опідзоленому ґрунті Лісостепу Західного.”

Виконав студент VI курсу, групи Аг-64
спеціальності 201 «Агрономія»
Бучма Роман Романович

Керівник: **Б.І. Пархуць**

Рецензент: _____

Дубляни 2024

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Освітній ступінь «Магістр»
Спеціальність 201 «Агрономія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Зав. кафедри _____
(підпис)

доктор. біол. наук, професор П. С. Гнатів

наук. ступ., вч.зв.

(ініц. і прізвище)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Бучмі Р.Р.

1. Тема роботи: „Удосконалення системи удобрення у технології вирощування кукурудзи на зерно на темно-сірому опідзоленому ґрунті Лісостепу Західного.”

Керівник кваліфікаційної роботи Пархуць Богдан Ігорович,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Затверджені наказом по університету “21” листопада 2023 р. № 632/к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 22 листопада 2024 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

1. Літературні джерела

2. Гібрид кукурудзи на зерно «*****».

3. Варіанти досліджу: контроль – без добрив; $N_{90}P_{60}K_{50}$; $N_{110}P_{70}K_{70}$;
 $N_{95}P_{80}K_{90} + N_{35}(BВСН 13-15)$; $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}(BВСН 13-15)$.

4. Ґрунт – темно-сірий опідзолений

5. Природно-кліматична зона: Лісостеп Західний

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

Розділ 1. Продуктивність кукурудзи на зерно залежно від мінерального удобрення (огляд літератури)

Розділ 2. Умови та методика проведення досліджень

Розділ 3. Особливості формування продуктивності кукурудзи на зерно залежно удобрення

Розділ 4. Охорона праці та захист населення за надзвичайних ситуацій

Розділ 5. Охорона навколишнього природного середовища

Висновки

Бібліографічний список

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості)

1. Ілюстративні таблиці за результатами досліджень – 16 шт.

2. Рисунки морфологічної будови ґрунту (1 шт.) та залежностей показників (11 шт.)

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
З охорони праці та захисту населення	Ковальчук Ю.О., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			
З охорони навколишнього природного середовища	Хірівський П.Р., зав. кафедри екології, доцент			

7. Дата видачі завдання 06 вересня 2023 р.

Календарний план

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання
1	Польові дослідження з питання удосконалення системи удобрення у технології вирощування кукурудзи на зерно	09.2023 – 09.2024	
2	Написання розділу 1. Продуктивність кукурудзи на зерно залежно від мінерального удобрення (огляд літератури)	10.09.2023 – 20.11.2023	
3	Написання розділу 2. Умови та методика проведення досліджень	10.09.2023 – 09.10.2024	
4	Написання розділу 3. Особливості формування продуктивності кукурудзи на зерно за удосконаленої системи удобрення	10.01.2024 – 20.09.2024	
5	Написання розділу 4. Охорона праці та захист населення за надзвичайних ситуацій.	20.04.2024 – 01.09.2024	
6	Написання розділу 5. Охорона навколишнього природного середовища Формування висновків та бібліографічного списку	01.09.2024 – 08.11.2024	

Студент

Р.Р. Бучма

Керівник кваліфікаційної роботи

Б.І. Пархуць

УДК 633.15 : 631.81

Удосконалення системи удобрення у технології вирощування кукурудзи на зерно на темно-сірому опідзоленому ґрунті Лісостепу Західного. Бучма Р.Р. Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. Дубляни, Львівський НУП, 2024.

84 стор. текст. част., 16 табл., 12 рис., 66 джерел

Дослідження проводили впродовж 2023-2024 років у ТзОВ «*****» Львівського району Львівської області з метою удосконалення системи удобрення кукурудзи гібриду «*****» на темно-сірому опідзоленому ґрунті до рівня одержання високої врожайності та якості зерна.

Об'єкт дослідження – процеси формування продуктивності кукурудзи залежно від гідротермічних умов вирощування та норм мінеральних добрив.

Предмет дослідження – гібрид кукурудзи «*****», показники продуктивності кукурудзи, поживного режиму ґрунту, розрахунків економічної та енергетичної ефективності мінерального удобрення.

Найвищу урожайність кукурудзи, у середньому за 2 роки досліджень, одержали у варіанті досліду за норми мінерального удобрення $N_{80}P_{90}K_{110}$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15) – 11,20 т/га з приростом до контрольного варіанту 4,93 т/га (6,27 т/га), або 78,6 %. Найвищий в зерні кукурудзи вміст білка 8,6%, жиру 4,9% і 2,3% клітковини одержали у варіанті за рівня мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{90}K_{110}$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15). Вміст крохмалю найвищий одержали у контрольному варіанті – 73,4 %, а найнижчий у варіанті за норми $N_{80}P_{90}K_{110}$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15) – 70,7 %.

За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110}$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15) одержали найвищий умовно чистого прибуток 39732 грн./га, рівня рентабельності 71,6%, окупність 1 грн. затрат на добрива та їх внесення 2,96 грн. та коефіцієнт енергетичної ефективності 2,9.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
Розділ 1. ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ (огляд літератури)	8
1.1. Біологічні особливості до вирощування кукурудзи на зерно.....	8
1.2. Роль азоту, фосфору і калію в живленні кукурудзи.....	11
1.3. Вплив рівня мінерального удобрення на урожайність та якість зерна кукурудзи.....	17
Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1. Опис умов проведення досліджень.....	21
2.2. Аналіз метеорологічних умов проведення досліджень.....	22
2.3. Опис ґрунту дослідної ділянки.....	24
2.4. Методика проведення досліджень.....	25
2.5. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді.....	27
Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ (результати досліджень)	30
3.1. Вплив норм мінеральних добрив на агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту.....	30
3.2. Проходження фаз вегетації кукурудзи залежно від впливу рівня мінерального удобрення.....	32
3.3. Вплив удобрення на висоту рослин кукурудзи.....	35
3.4. Продуктивність кукурудзи залежно від рівня удобрення.....	36
3.5. Урожайність зерна кукурудзи залежно від рівня мінерального удобрення.....	38
3.6. Вплив удобрення на показники якості зерна кукурудзи.....	43
3.7. Економічна та енергетична ефективність удобрення кукурудзи на зерно.....	46

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА	
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	50
4.1. Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	50
4.2. Пожежна безпека при виконуваній операції.....	51
4.3. Гігієни праці при внесенні добрив та пестицидів під кукурудзу.....	54
4.4. Безпека праці пов’язана з вирощуванням кукурудзи.....	56
4.5. Захист населення у надзвичайних ситуаціях.....	57
Розділ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО	
СЕРЕДОВИЩА.....	59
5.1. Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів.....	59
5.2. Водні ресурси господарства, їх стан та охорона.....	60
5.3. Охорона атмосферного повітря.....	63
5.4. Стан охорони і примноження флори і фауни.....	64
ВИСНОВКИ.....	66
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	69
ДОДАТКИ.....	75
Додаток А. Технологічна карта вирощування кукурудзи.....	76
Додаток Б. Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2023 рік.....	80
Додаток В. Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2024 рік.....	81
Додаток Д. Копія статті автора.....	82

ВСТУП

Актуальність теми. Добрива складають суттєву частину витрат на вирощування кукурудзи через їхню високу ціну. Тому важливо використовувати їх раціонально та ефективно, що допоможе заощадити ресурси й кошти. Такий підхід дозволяє зменшити витрати, зберігаючи високий рівень врожайності та забезпечуючи ефективність вирощування кукурудзи. Вирощування кукурудзи на зерно є складним процесом, що потребує точного виконання всіх агротехнічних заходів за високими стандартами. Для підвищення продуктивності культури необхідно постійно вдосконалювати методи вирощування, що дозволяє отримувати більшу врожайність і покращувати якість продукції.

Для розкриття біологічного потенціалу кукурудзи важливо впроваджувати сучасні та ефективні технології вирощування. Це передбачає використання високоврожайних гібридів і раціональне застосування мінеральних добрив на основі наукових рекомендацій. Такий підхід дозволяє досягати високих врожаїв і покращувати якість продукції. Однак, вирощування високопродуктивних гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу досі недостатньо досліджене, що робить подальші дослідження в цій сфері вкрай важливими.

Об'єкт дослідження: процеси, які впливають на формування продуктивності кукурудзи, зокрема залежність урожайності від гідротермічних умов вирощування та рівня мінерального удобрення.

Предмет дослідження: гібрид кукурудзи «*****», його показники продуктивності, особливості поживного режиму ґрунту, аналіз економічної та енергетичної ефективності застосування мінеральних добрив.

Мета і задачі досліджень. Мета наших досліджень полягала в удосконаленні системи удобрення кукурудзи на зерно для гібриду «*****» на темно-сірому опідзоленому ґрунті з метою досягнення високої врожайності та покращення якості зерна в умовах Лісостепу

Західного.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання: визначити вплив різних норм мінеральних добрив на агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту; дослідити, як удобрення впливає на тривалість вегетації; оцінити вплив добрив на морфологічні характеристики рослин; вивчити, як різні норми мінеральних добрив впливають на структуру врожаю, якість зерна та формування врожайності; провести розрахунки економічної та енергетичної ефективності.

Методи дослідження: польовий, органоліптичний, лабораторний, вимірально-ваговий, розрахунковий, математично-статистичний.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що для умов Львівської області, на основі дослідження біологічних особливостей росту та розвитку гібриду «*****», а також формування структури врожаю, були визначені оптимальні норми мінеральних добрив.

Практична значущість отриманих результатів полягає у визначенні оптимальних норм внесення мінеральних добрив, які забезпечують підвищення врожайності кукурудзи та покращення якості зерна. Завдяки цьому можна отримувати до 11,0 т/га високоякісного зерна при значному чистому прибутку, високій рентабельності та низькій собівартості. Розроблені пропозиції можуть бути впроваджені в умовах Лісостепу Західного.

Розділ 1
ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО
ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ
(огляд літератури)

1.1 Біологічні особливості до вирощування кукурудзи на зерно

Тепловий вплив відіграє ключову роль у сільському господарстві, впливаючи на різні його аспекти та рівень урожайності. Це стосується частини сонячної енергії, яка поглинається і розподіляється у природному середовищі, такому як ґрунт, рослинний покрив, водні поверхні, атмосфера та інші об'єкти. Різні елементи навколишнього середовища мають різну здатність поглинати, накопичувати, передавати та випромінювати тепло. Тепловий режим ландшафту має велике значення для сільського господарства, оскільки визначає ефективність росту і розвитку рослин, впливаючи на врожайність і продуктивність культур [47, 48].

Сума середньодобових температур протягом року – це один з найважливіших показників для вирощування рослин в Україні. Більшість культур потребує від 2200 до 3800 градусів тепла для нормального розвитку. Наприклад, кукурудза, як теплолюбна культура, потребує приблизно від 2300 до 2500 градусів. Це підтверджує, що температурний режим безпосередньо впливає на ріст, розвиток і врожайність сільськогосподарських культур [21].

Кукурудза демонструє високу чутливість до температурних умов. Мінімальна температура, необхідна для проростання насіння, коливається від 9 до 11°C. Оптимальною для злагодженого проростання вважається температура 11-13°C. При більш низьких температурах (менше 7°C) проростання сповільнюється, що знижує енергію проростання і може призвести до загибелі сходів. Крім того, кукурудзяні сходи не витримують заморозків нижче -4...-6°C. Таким чином, температурний режим є одним з

ключових факторів, які визначають успішність вирощування кукурудзи [47].

Коливання температури в межах 13°C протягом вегетаційного періоду свідчать про несприятливі умови для росту кукурудзи. При зниженні температури до 10°C і нижче, фізіологічні процеси в рослині сповільнюються, що призводить до практичної зупинки росту [47, 48].

Кукурудза є досить вибагливою культурою до температурних умов. Оптимальна температура для її росту і розвитку коливається в межах 22-23°C, особливо на ранніх етапах вегетації (сходи, викидання волоті). За таких умов рослини активно ростуть і розвиваються [47, 48].

Однак, варто зазначити, що потреба в теплі змінюється залежно від фази розвитку. Так, під час цвітіння підвищення температури понад 24°C може негативно вплинути на процес запилення, що призведе до зниження врожайності. Це пояснюється тим, що високі температури можуть призвести до нежиттєздатності пилку або ускладнити його перенесення вітром [48].

Вода відіграє ключову роль у життєдіяльності рослин. Вона є основним компонентом клітин, забезпечуючи середовище для біохімічних реакцій. Вода також слугує розчинником і транспортує поживні речовини з коренів до всіх частин рослини, підтримуючи її ріст і розвиток [47].

Вода відіграє незамінну роль у життєдіяльності рослин. Крім того, що вона є середовищем для біохімічних реакцій, вода безпосередньо бере участь у фотосинтезі, забезпечуючи електрони для перебігу цього процесу. Транспірація — випаровування води рослиною — не лише охолоджує рослину, а й створює силу, яка піднімає воду з коренів до листків. Коефіцієнт транспірації, що показує кількість води, витраченої на синтез одиниці сухої речовини, є важливим показником водоспоживання рослин. Для кукурудзи, як і для багатьох інших культур, цей коефіцієнт досить високий, що підкреслює потребу в ефективному управлінні водними ресурсами в рослинництві [47, 59].

Ефективність використання води рослиною є важливим показником. Незважаючи на те, що вода є основним реагентом фотосинтезу, лише незначна її частина витрачається на побудову органічних сполук. Більша частина води

випаровується через листя, забезпечуючи терморегуляцію та транспорт мінеральних речовин. Для кукурудзи, як і для багатьох інших культур, існує оптимальний водний режим. На ранніх етапах розвитку, коли коренева система ще не досягла значної глибини, рослини можуть переносити короткочасну посуху [47, 59].

Період формування суцвіть та цвітіння є критичним для кукурудзи з точки зору водозабезпечення. Саме в цей час відбувається інтенсивний ріст генеративних органів, а також запилення, яке вимагає значної кількості води. Після запліднення, коли починається наливання зерна, потреба у воді поступово зменшується, оскільки основні процеси росту вже завершилися [47, 48].

Фаза наливання зерна є найбільш відповідальним періодом у життєвому циклі кукурудзи. Саме в цей час відбувається інтенсивний транспорт води і поживних речовин до зерна, що забезпечує його ріст і накопичення сухої речовини. Дефіцит вологи в цей період може призвести до зменшення розміру зерна, зниження його маси і погіршення якості [47, 48].

Для успішного вирощування кукурудзи важливо забезпечити оптимальні умови ґрунту. Кукурудза віддає перевагу родючим ґрунтам з нейтральною кислотністю (рН 6-7). Кисла реакція ґрунту негативно впливає на ріст і розвиток кукурудзи, тому для її вирощування на кислих ґрунтах необхідно проводити вапнування.

Оптимальні умови для вирощування кукурудзи передбачають наявність родючих ґрунтів з нейтральною реакцією середовища (рН 6-7). Вапнування ґрунтів, проведене під попередню культуру, дозволяє знизити кислотність і поліпшити доступність поживних речовин для рослин. Легкі супіщані та суглинкові ґрунти, багаті на гумус, забезпечують оптимальні умови аерації, водопроникності та живлення рослин. Важкі глинисті та засолені ґрунти, а також ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод негативно впливають на ріст і розвиток кукурудзи [47, 48].

Ґрунтові умови є одним з найважливіших чинників, що впливають на ріст і розвиток кукурудзи. Правильний вибір ділянки та підготовка ґрунту до посіву дозволяють створити оптимальні умови для рослини і, як наслідок, отримати високий і стабільний урожай.

1.2 Роль азоту, фосфору і калію в живленні кукурудзи

Азот є одним з найважливіших елементів живлення для кукурудзи. Рослина може засвоювати його у двох основних формах: амонійної та нітратної. Ефективність засвоєння цих форм залежить від реакції ґрунту. На лужних ґрунтах кукурудза краще засвоює амоній, тоді як на кислих – нітрати. Це пов'язано з фізіологічними особливостями рослини та процесами, що відбуваються в ґрунті [22, 32].

Азот входить до складу білків, нуклеїнових кислот та інших важливих органічних сполук рослин. Коли кукурудза поглинає амонійні іони, вони відразу включаються в процеси синтезу амінокислот та білків. Нітратні іони перед використанням повинні пройти процес відновлення до амонію, що потребує додаткової витрати енергії та часу. Тому засвоєння амонію є енергетично вигіднішим для рослини [30, 32].

Процеси засвоєння амонійного та нітратного азоту рослинами мають суттєві відмінності. Амоній, будучи продуктом прямої асиміляції, легко інтегрується в метаболізм рослини. Нітратний азот потребує енергетично затратного процесу відновлення до амонію, що відбувається в декілька етапів. Ці відмінності впливають на ефективність використання азотних добрив та визначають оптимальні умови вирощування культур [30, 32].

Амонійний азот має низку переваг для кукурудзи. По-перше, він добре утримується в ґрунті, забезпечуючи тривале живлення рослини. По-друге, амоній може засвоюватися коренями навіть при низьких температурах, що важливо на ранніх етапах вегетації. По-третє, амонійна форма азоту є найбільш доступною для рослин, оскільки вона готова до безпосереднього

використання в процесах синтезу білків. Однак, надмірне накопичення амонію в рослині може призвести до негативних наслідків, тому важливо дотримуватися рекомендованих норм внесення добрив.

Нітратна форма азоту є однією з найбільш доступних для рослин. Вона швидко поглинається кореневою системою і активно використовується в процесах обміну речовин. Особливо ефективним є використання нітратів у періоди інтенсивного росту кукурудзи, коли потреба рослини в азоті є найбільшою. Однак, через високу рухливість в ґрунті, нітрати можуть легко вимиватися, тому їх внесення має бути збалансованим [30, 32].

Азот відіграє ключову роль у всіх фізіологічних процесах кукурудзи: від проростання насіння до дозрівання зерна. Він є основним компонентом білків, хлорофілу та інших важливих органічних сполук. Достатнє забезпечення азотом стимулює ріст вегетативної маси, підвищує фотосинтетичну активність, прискорює дозрівання зерна та покращує його якість [30, 32].

Азот є одним з основних макроелементів, необхідних для росту і розвитку кукурудзи. Оптимальне співвідношення між поглинанням азоту і його використанням у метаболічних процесах визначає продуктивність культури. На початкових етапах онтогенезу кукурудзи потреба в азоті є порівняно невеликою, оскільки основні фізіологічні процеси спрямовані на розвиток вегетативної маси. Зі збільшенням біомаси зростає і потреба в азоті, особливо в період формування генеративних органів [30, 32].

Максимальна потреба кукурудзи в азоті припадає на період від фази активного росту до початку фази молочної стиглості. В цей час азот використовується для синтезу білків, хлорофілу та інших органічних сполук, необхідних для росту і розвитку рослин. Фаза цвітіння є критичним періодом для забезпечення рослин азотом, оскільки саме в цей час відбувається інтенсивне формування генеративних органів [30, 32].

Карбамід є одним з найефективніших азотних добрив для кукурудзи. Його універсальність полягає у швидкому перетворенні, гнучкості застосування та сприятливому впливі на ґрунт. Карбамід швидко

розкладається в ґрунті до амонію, який легко засвоюється рослинами. Його можна вносити як перед посівом, так і в якості підживлення протягом вегетаційного періоду. Карбамід покращує структуру ґрунту і сприяє розвитку корисної мікрофлори.

Однак, при використанні карбаміду слід враховувати ряд нюансів. При внесенні карбаміду на поверхню ґрунту частина азоту може випаруватися у вигляді аміаку. Щоб уникнути цих втрат, рекомендується закладати добриво в ґрунт або використовувати спеціальні інгібітори випаровування аміаку. При розкладанні карбаміду утворюється вуглекислий газ, який може тимчасово підвищити кислотність ґрунту. Тому на кислих ґрунтах рекомендується застосовувати карбамід разом з вапном.

Фосфор відіграє незамінну роль у життєдіяльності рослин. Він входить до складу нуклеїнових кислот, фосфоліпідів і багатьох ферментів. Основні функції фосфору в рослині: участь в енергетичному обміні (фосфор входить до складу АТФ – універсального акумулятора енергії в клітині), формування кореневої системи (фосфор стимулює розвиток кореневої системи, що покращує засвоєння рослиною води і поживних речовин), прискорення дозрівання (фосфор прискорює дозрівання зерна і підвищує його якість) [15, 30, 32].

Незважаючи на те, що кукурудза містить менше фосфору, ніж азоту, цей елемент тісно взаємодіє з іншими поживними речовинами і відіграє важливу роль у їх засвоєнні. Оптимальне забезпечення фосфором сприяє підвищенню ефективності використання інших добрив.

Основним джерелом фосфору для рослин є солі ортофосфорної кислоти. В умовах слабокислого ґрунту, коли рН близький до нейтрального, рослини найкраще засвоюють фосфор у формі іона H_2PO_4^- . Цей іон є найбільш доступним для кореневої системи і активно бере участь у багатьох фізіологічних процесах рослин.

Ортофосфатні іони є ключовим елементом живлення рослин. Саме в такій формі рослини найлегше засвоюють фосфор, який необхідний для

багатьох важливих процесів, що відбуваються в клітинах. Тому при внесенні фосфорних добрив слід звертати увагу на кислотність ґрунту, оскільки вона безпосередньо впливає на доступність фосфору для рослин.

Фосфор, який рослини отримують з ґрунту в основному шляхом дифузії, відіграє незамінну роль у їхньому життєвому циклі. Цей елемент є складовою частиною таких важливих біомолекул, як нуклеїнові кислоти (ДНК і РНК), які зберігають генетичну інформацію, та АТФ, який є основним джерелом енергії в клітині. Крім того, фосфор входить до складу фосфоліпідів, що формують клітинні мембрани і забезпечують їхню цілісність [30, 32].

Оптимізація фосфорного живлення рослин сприяє більш ефективному використанню інших елементів живлення, зокрема азоту. Фосфор відіграє важливу роль у збалансованості мінерального живлення рослин. Водний режим ґрунту значно впливає на доступність фосфору для рослин. Достатня вологість ґрунту сприяє процесам дифузії фосфорних іонів і підвищує їхню рухливість у ґрунтовому розчині [30, 32].

Щоб рослини могли ефективно використовувати фосфор, добрива з його вмістом необхідно вносити в орний шар ґрунту на глибину 0-20 сантиметрів. Саме в цьому шарі зосереджена основна маса коренів більшості культур. Осінній обробіток ґрунту дозволяє рівномірно розподілити фосфор у цьому шарі і забезпечити його доступність для рослин протягом усього вегетаційного періоду.

Фосфор є незамінним елементом для розвитку кореневої системи кукурудзи. Саме на ранніх етапах вегетації, коли відбувається інтенсивне наростання коренів, потреба рослини у фосфорі є найбільшою. Достатнє забезпечення фосфором сприяє формуванню здорової кореневої системи, що є основою високої врожайності та стійкості рослин до несприятливих умов.

Гранульований суперфосфат є одним з найефективніших фосфорних добрив для кукурудзи. Він містить високий вміст водорозчинного фосфору, який швидко доступний для рослин. Застосування суперфосфату сприяє розвитку потужної кореневої системи, підвищує стійкість рослин до хвороб та

несприятливих умов, а також покращує якість зерна.

Він забезпечує рослини легкодоступним фосфором, необхідним для міцного росту і розвитку. Фосфор сприяє формуванню здорових коренів, які ефективніше поглинають воду та інші поживні речовини. Завдяки суперфосфату рослини краще цвітуть і плодоносять.

Калій – це як регулятор водного балансу в рослині. Калій допомагає рослинам ефективніше використовувати воду, особливо в посушливі періоди. Крім того, він зміцнює клітини рослин, роблячи їх більш стійкими до хвороб і шкідників. Калій також впливає на якість врожаю, покращуючи якісні властивості.

Калій – це життєво важливий елемент для рослин. Він не просто входить до складу клітин, а й відіграє ключову роль у багатьох фізіологічних процесах. Калій допомагає підтримувати тургор клітин, роблячи рослини більш міцними і стійкими до несприятливих умов, таких як посуха або висока температура. Крім того, він бере участь у фотосинтезі – процесі, за допомогою якого рослини перетворюють світлову енергію на органічні речовини. Також калій активує ферменти, які беруть участь у різних біохімічних реакціях, необхідних для росту і розвитку рослин [30, 32].

Калій відіграє важливу роль у регуляції іонного балансу в рослині. Його дефіцит може призвести до порушення транспорту інших катіонів, таких як кальцій і магній, що негативно впливає на фізіологічні процеси. Наявність достатньої кількості калію підвищує осмотичний потенціал клітин, що дозволяє рослинам ефективніше протистояти водним стресам. Калій бере участь у активації ферментів, що відповідають за синтез білків та вуглеводів.

Калій є мобільним елементом в рослині, тобто він може легко переміщуватися з одних органів в інші. При дефіциті калію спостерігається його перерозподіл з старих органів до молодих, що призводить до появи характерних симптомів хлорозу на листках. Молоді тканини рослин, що активно ростуть, мають найвищий вміст калію, оскільки він необхідний для багатьох ферментативних реакцій, синтезу білків та інших біохімічних

процесів.

Калій в формі іонів K^+ відіграє ключову роль у підтримці електрохімічного потенціалу клітинних мембран. Цей елемент безпосередньо бере участь у таких процесах, як транспорт речовин через мембрани, регуляція осмотичного тиску і підтримання тургору клітин. Активний перерозподіл калію в рослині є важливим адаптивним механізмом, що дозволяє рослинам оптимізувати використання ресурсів і підвищити свою стійкість до стресових умов [30, 32, 47].

Калій є одним з найважливіших елементів живлення для кукурудзи. Він відіграє ключову роль у регуляції водного режиму, підвищує стійкість рослин до стресів і покращує якість врожаю. Тому забезпечення кукурудзи достатньою кількістю калію є одним з найважливіших агротехнічних заходів.

Калій відіграє ключову роль у фізіології кукурудзи. Він оптимізує засвоєння азоту, сприяючи синтезу білків і хлорофілу. Завдяки калію стебла кукурудзи стають міцнішими, що зменшує ризик вилягання посівів. Крім того, калій підвищує посухостійкість рослин, регулюючи водний баланс на клітинному рівні [30, 32, 48].

Калімагnezія – це дійсно цінне добриво, яке забезпечує рослини двома важливими елементами живлення – калієм та магнієм. Комбінація цих елементів у одному добриві дозволяє більш ефективно задовольняти потреби рослин, особливо таких як кукурудза, яка має досить високі вимоги до мінерального живлення.

Калімагnezія забезпечує оптимальне співвідношення калію і магнію, що особливо важливо для кукурудзи. Збільшує врожайність, підвищує вміст сухої речовини в зерні та покращує його смакові якості. Допомагає рослинам краще переносити посуху, високі температури та інші несприятливі фактори. Застосування калімагnezії дозволяє зменшити витрати на добрива, оскільки одночасно вносяться два необхідні елементи [30, 32].

Магній є незамінним елементом для фізіологічних процесів кукурудзи. Він бере участь у синтезі хлорофілу, активує ферменти і впливає на обмін

речовин. Дефіцит магнію призводить до зниження фотосинтезу, погіршення росту рослин і, як наслідок, зменшення врожайності та погіршення якості зерна.

Найкритичніший період для магнієвого живлення кукурудзи припадає на фазу цвітіння і формування качанів. Саме в цей час рослина найбільше потребує магнію для забезпечення нормального перебігу фізіологічних процесів. Для оптимізації магнієвого живлення рекомендується вносити магнієві добрива в рекомендованих нормах.

1.3 Вплив рівня мінерального удобрення на урожайність та якість зерна кукурудзи

На західноукраїнських полях досі недостатньо досліджено, як різні норми мінеральних добрив впливають на врожайність різних гібридів кукурудзи. Ефективність мінерального живлення значною мірою залежить від комплексу агрометеорологічних умов, властивостей ґрунту та генетичних особливостей гібрида. Для розробки оптимальних схем удобрення необхідно проводити регіональні польові дослідження, які дозволять визначити оптимальні норми і співвідношення основних елементів живлення для кожного конкретного гібрида кукурудзи в умовах певного регіону.

Ці дослідження можуть включати різноманітні експерименти, такі як порівняння різних гібридів кукурудзи за їхньою реакцією на різні норми азотних, фосфорних і калійних добрив, вивчення впливу мікроелементів на якість зерна, а також дослідження ефективності різних способів внесення добрив. Результати таких досліджень дозволяють розробити оптимальні схеми живлення для кожного конкретного гібрида кукурудзи з урахуванням особливостей ґрунту і клімату, що сприяє підвищенню економічної ефективності виробництва.

Результати дослідження Бикіна А.В. та Тарасенко О.В. показали, що для досягнення максимальної врожайності та якості зерна кукурудзи при прямому висіванні оптимальною є норма внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{80}K_{90}Mg_{60}$.

Це означає, що для кожної тонни зерна кукурудзи рослини споживають в середньому 120 кг азоту, 80 кг фосфору, 90 кг калію та 60 кг магнію.

Незважаючи на оптимальне мінеральне живлення, урожайність при прямому висіві була нижчою на 0,93 т/га порівняно з традиційним обробітком. Це свідчить про те, що інші фактори, пов'язані з технологією вирощування, можуть впливати на кінцевий результат.

Маса 1000 зерен та вміст білка і жиру були нижчими при прямому висіві. Це може бути пов'язано з різними причинами. При прямому висіві бур'яни можуть активніше конкурувати з кукурудзою за воду, поживні речовини і світло. При відсутності традиційної оранки ґрунт може бути менш аерованим, що може негативно впливати на розвиток кореневої системи і засвоєння поживних речовин [12].

Результати досліджень, проведених в умовах Західного Полісся, чітко демонструють позитивний вплив як сидеральних добрив, так і мінеральних добрив на врожайність кукурудзи. Внесення сидеральних культур забезпечило додатковий приріст урожайності зерна кукурудзи в середньому на 0,26-0,61 т/га. Це свідчить про те, що зелені добрива покращують структуру ґрунту, збільшують вміст органічної речовини та підвищують його родючість. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{130}P_{100}K_{120}$ призвело до значного збільшення урожайності кукурудзи в порівнянні з контролем.

Оранка після збирання попередника з наступним дискуванням під сидерати та внесенням мінеральних добрив $N_{130}P_{100}K_{130}$ забезпечила найвищу урожайність. Це свідчить про те, що така система обробітку сприяє покращенню структури ґрунту, накопиченню вологи та забезпечує рослини оптимальним живленням. Внесення соломи в поєднанні з додатковим внесенням азотних добрив також позитивно вплинуло на врожайність. Збільшення норми внесення мінеральних добрив до $N_{130}P_{100}K_{130}$ призвело до отримання найвищих врожаїв. Однак, навіть при нижчій нормі $N_{110}P_{90}K_{110}$ в поєднанні з використанням соломи було досягнуто значного приросту врожайності.

Проведені в Лісостепу дослідження підтвердили, що рівень забезпеченості ґрунту азотом та фосфором є ключовим фактором, який визначає вміст цих елементів у зерні кукурудзи. Винос азоту урожаєм кукурудзи коливається в широких межах і становить від 62 до 187 кг/га, а фосфору – від 24 до 68 кг/га. При цьому, значна частина поживних речовин, поглинутих рослиною, повертається в ґрунт після збирання врожаю завдяки залишкам рослин.

Згідно з дослідженнями, для формування 1 тонни зерна кукурудзи рослина забирає з ґрунту азот, фосфор та калій у певному співвідношенні. Оптимальна густина стояння рослин кукурудзи гібрида Харківський 195 СВ на чорноземах карбонатних становить 75 тис. рослин на гектар. Внесення 40 т/га органічних добрив у поєднанні з мінеральними добривами в нормі $N_{75-85}P_{75-85}K_{75-85}$ забезпечує найкращі результати вирощування кукурудзи на зерно [6, 7].

Дослідження показали, що азотні добрива, зокрема сірчаноокислий амоній, сприяють збільшенню врожайності зернових культур. Внесення 60 кг/га азоту в формі сірчаноокислого амонію призвело до підвищення врожаю зерна на 3,1 ц/га порівняно з контролем. Разом з тим, надмірне застосування азотних добрив може негативно вплинути на якість зерна, знижуючи вміст жиру та крохмалю [6, 7, 8].

Результати наукових досліджень свідчать про те, що оптимальне живлення рослин мінеральними добривами та органікою позитивно впливає на продуктивність кукурудзи. Внесення азотних, фосфорних та калійних добрив у певних нормах, а також застосування гною, призводить до збільшення врожайності зерна кукурудзи та підвищення вмісту білка в ньому [54].

Результати досліджень, проведених на чорноземі звичайному на Ерастівській дослідній станції, дозволили визначити оптимальні норми внесення мінеральних добрив для отримання високих і стабільних врожаїв кукурудзи в подібних ґрунтово-кліматичних умовах.

Аналіз результатів досліджень свідчить про те, що для досягнення максимальної врожайності та якості зерна кукурудзи необхідно враховувати

особливості різних гібридів. Так, ранньостиглі та середньостиглі гібриди потребують меншої кількості азотних добрив, тоді як середньо-пізні гібриди потребують більшого їх внесення. Оптимальні схеми живлення для різних гібридів передбачають розподіл добрив на основний обробіток, передпосівну культивуацію та під час посіву.

Норми внесення мінеральних добрив для кукурудзи індивідуальні для кожного поля і визначаються з урахуванням багатьох факторів. В умовах Лісостепу рекомендовані норми внесення азоту, фосфору і калію становлять відповідно 80-140, 80-100 і 70-120 кг/га діючої речовини. Фосфорні та калійні добрива доцільно вносити восени під основний обробіток ґрунту, а азотні – розділити на весняне внесення під передпосівну культивуацію і підживлення в період вегетації. Для задоволення потреби рослин в магнії рекомендується використовувати калімагnezію.

Дослідження Мокрієнка В.М. та його співробітників дозволили розробити оптимальні схеми мінерального живлення кукурудзи для різних агро кліматичних зон України. Згідно з цими рекомендаціями, норми внесення добрив для зернової і силосної кукурудзи відрізняються і залежать від типу ґрунту. Для сірих лісових, дерново-підзолистих і чорноземів опідзолених рекомендовані певні норми азоту, фосфору і калію [44, 45].

Аналіз результатів досліджень свідчить про те, що оптимальне мінеральне живлення є одним з ключових факторів, що впливають на врожайність та якість зерна кукурудзи. Внесення азотних і фосфорних добрив у нормі $N_{90}P_{90}$ забезпечило значне підвищення врожайності ранніх, середньоранніх та середньостиглих гібридів. Крім того, збільшення вмісту білка в зерні свідчить про покращення його харчової цінності.

Огляд наукових праць свідчить проте, що внесення добрив є ефективним агротехнічним прийомом для підвищення врожайності кукурудзи на зерно незалежно від регіону вирощування та типу ґрунту. Оптимальні схеми підживлення дозволяють досягти значних результатів за умови вирощування різних гібридів кукурудзи.

Розділ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Опис умов проведення досліджень

«*****» – один з найбільших аграрних гігантів України. В управлінні агрохолдингу знаходяться сучасні елеваторні комплекси, потужна виборнича база з сучасною технікою.

Географія діяльності агрохолдингу охоплює 8 областей України. Виробничі процеси розподілені між регіональними компаніями, що входять до складу холдингу.

Регіональні підрозділи агрохолдингу укладають договори оренди землі з місцевими власниками, забезпечуючи ефективне використання земельних ресурсів. Компанія гарантує дотримання сучасних технологій, турботу про довкілля та соціальну відповідальність, а також пропонує конкурентну орендну плату.

«*****» спеціалізується на вирощуванні та експорті високоякісних сої, кукурудзи та соняшнику, вирощених без ГМО.

В агрохолдинг «*****» входять: «*****» (Рівненська, Хмельницька обл.), «*****» (Житомирська обл.), «*****» (Київська, Житомирська обл.), «*****» (Чернігівська, Київська обл.) та «*****» (Івано-Франківська, Львівська, Тернопільська обл.).

Регіональний офіс ТЗОВ «*****» розташований в м. Львів. До виробничого підрозділу ТБ 2 «Жовква» входять 8 тис. га землі Львівського та Шептицького району (Шептицька ТГ, Белзька ТГ, Великомоствівська ТГ, Жовківська ТГ, Добросинсько-Магерівська ТГ, Рава Руська ТГ).

В ТЗОВ «*****» вирощують такі культури: кукурудзу на зерно соняшник, сою, ріпак озимий.

2.2 Аналіз метеорологічних умов проведення досліджень

Полеві дослідження проводили в ТзОВ «*****» ТБ 2 «Жовква» Львівського району Львівської області.

ТзОВ «*****» веде господарську діяльність у регіоні з помірно континентальним кліматом, що є оптимальним для вирощування багатьох сільськогосподарських культур. Холодні вітри з півночі приносять з собою заморозки, які затримують початок весни і прискорюють прихід осені. В період вегетації рослин, а саме влітку, випадає понад третину річної кількості опадів, що нерідко призводить до надмірного зволоження ґрунту. Клімат тут сприятливий для рослинництва, оскільки посухи є нетиповим явищем. Сумарна температура протягом вегетаційного періоду коливається в межах 2300-2500°C. Вегетаційний період, тобто період із середньодобовою температурою вище 10 градусів за Цельсієм, триває від 150 до 165 днів. Заморозки припиняються наприкінці квітня – на початку травня, а перші осінні заморозки з'являються вже на початку жовтня [20].

Як правило, вологість повітря в цьому регіоні становить 70-80%. Однак влітку вона може знижуватися до 50-60%, але такі періоди посухи є нетривалими і не шкодять рослинам.

Вивчаючи дію добрив на кукурудзу протягом 2023-2024 років, ми одночасно аналізували, як погодні умови впливають на врожайність та якість зерна. Це допомогло нам краще зрозуміти взаємозв'язок між погодою та продуктивністю кукурудзи.

В таблицях 2.1 та 2.2 представлені детальні дані про температурний режим та опади за досліджуваний період (2023-2024 роки).

Таблиця 2.1 – Середньомісячна температура повітря, °С (за даними Львівської метеостанції)

Рік	Місяць												Середньорічна
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Середня багаторічна	-3,1	-2,2	1,8	8,3	13,7	16,5	18,4	17,6	13,1	8,0	2,5	-1,7	7,7
2023	1,9	0,2	4,7	7,5	13,9	17,1	19,8	21,2	14,2	9,3	2,2	0,3	9,8
2024	-1,2	5,6	5,7	11,2	15,7	19,3	21,5	20,8	17,2	9,0	-	-	-
Відхилення від середніх багаторічних													
2023	5,0	2,4	2,9	-0,8	0,2	0,6	1,4	3,6	1,1	1,3	-0,3	2,0	2,1
2024	1,9	7,8	3,9	2,9	2,0	2,8	3,1	3,2	4,1	1,0	-	-	-

Таблиця 2.1 відображає, що середня багаторічна температура повітря за період вегетації (травень-вересень) становила 15,9°C. У 2023 році середньомісячна температура повітря за період вегетації становила 17,2°C, що на 1,3°C вище середньої багаторічної. У 2023 році найвища середньомісячна температура повітря становила 21,2°C у серпні, що на 3,6°C вище середньої багаторічної. У 2024 році за період вегетації (травень-вересень) середня місячна температура була 18,9°C, що на 3,0°C вище середньої багаторічної.

Таблиця 2.2 – Кількість опадів та їх розподіл за місяцями, мм (за даними Львівської метеостанції)

Рік	Місяць												Сума за рік
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Середня багаторічна	40	44	45	51	89	89	96	77	67	52	49	47	746
2023	50	63	67	61	28	107	121	58	74	42	35	45	751
2024	107	79	107	62	10	151	106	93	126	75	-	-	-
Відхилення від середніх багаторічних													
2023	10	19	22	10	-61	18	25	-19	7	-10	-14	-2	5
2024	67	35	62	11	-79	62	10	16	59	23	-	-	-

В таблиці 2.2 наведений розподіл атмосферних опадів по місяцях за роки досліджень. Середня багаторічна сума атмосферних опадів за період вегетації (травень-вересень) становила 418 мм. В 2023 році сума опадів за вегетацію становила 388 мм, що на 30,0 мм менше в порівнянні з середніми багаторічними. У 2024 році сума опадів за вегетацію становила 486 мм, що на 68,0 мм більше в порівнянні з середніми багаторічними. у 2024 році впродовж періоду вегетації кукурудзи найбільше опадів випало за червень місяць 151 мм і липень – 106 мм.

В цілому, погодні умови сприяли вирощуванню в господарстві основних сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи.

2.3 Опис ґрунту дослідної ділянки

Дослідження проводили протягом 2023–2024 років на дослідних ділянках ТзОВ «*****» у Львівському районі Львівської області на темно-сірому опідзоленому ґрунті, характерному для зони Лісостепу Західного.

Темно-сірі опідзолені ґрунти сформувалися під пологом лісів з розрідженим освітленням та розвиненим трав'янистим покривом. Процеси опідзолення в них виражені слабше, ніж у сірих ґрунтах, проте акумуляція гумусу є більш інтенсивною. Верхній горизонт ґрунту характеризується високим вмістом гумусу, тоді як нижні горизонти збіднені на органічну речовину. За своїми морфологічними ознаками подібні до чорноземів опідзолених які мають більш інтенсивне забарвлення та потужність гумусового горизонту до 70 см [26].

Генетико-морфологічні особливості профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту наведені на рисунку 2.1.

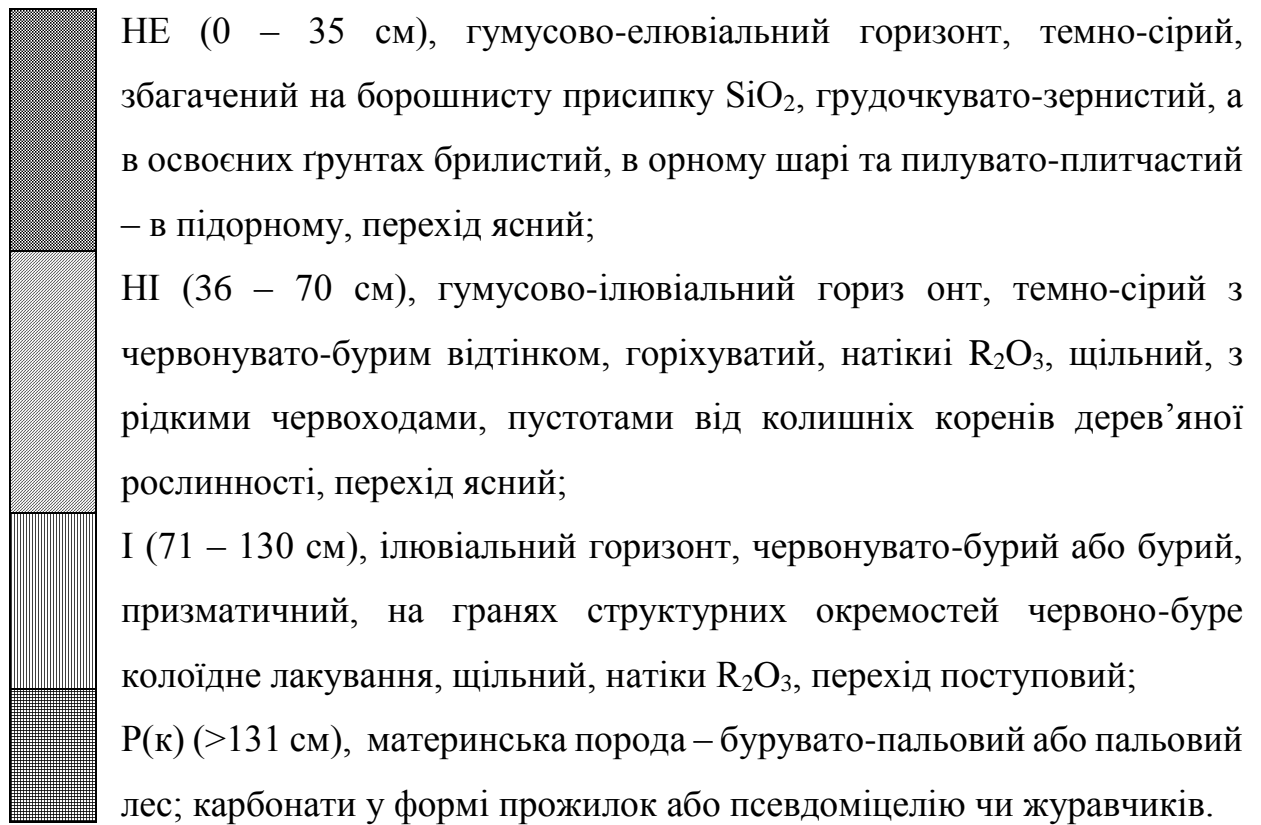


Рис. 2.1 Морфологічна будова профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту

Агрохімічні властивості в HE (0 – 35 см) темно-сірого опідзоленого ґрунту наступні: вміст гумусу (за І.В. Тюрніним) 2,8 %, рН сольової витяжки 6,8, вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) 118 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору (за Ф.В. Чиріковим) 99 мг на 1 кг ґрунту і обмінного калію (за Ф.В. Чиріковим) – 123 мг на 1 кг ґрунту.

2.4 Методика проведення досліджень

Практичну частину дослідження проводили на полях ТЗОВ «*****», яке знаходиться на території Львівського району.

Дослідна ділянка представлена темно-сірим опідзоленим ґрунтом. Орний шар цього ґрунту містить 2,6% гумусу (ступінь гумусованості - низький), має слабкокисло реакцію (рН 6,7), вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) 148 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф.В.

Чиріковим) відповідно – 82 мг і 69 мг/кг ґрунту.

За агрохімічними показниками досліджуваний ґрунт відноситься до другої групи за забезпеченістю азотом (низький рівень), третьої групи за забезпеченістю фосфором та калієм (середній рівень).

Схема досліду включала такі варіанти:

1. Контроль – без добрив;
2. N₉₀P₆₀K₅₀;
3. N₁₁₀P₇₀K₇₀;
4. N₉₅P₈₀K₉₀ + N₃₅ (ВВСН 13-15);
5. N₈₀P₉₀K₁₁₀ + N₇₀ (ВВСН 13-15).

Дослідна ділянка мала загальну площу 75 м², а облікову – 60 м². Дослід був розбитий на чотири повторення за методом випадкової вибірки.

Азотні добрива застосовували у формі карбаміду (46% N) під культивування перед посівом та аміачної селітри (34% N) у підживлення (ВВСН 13-15). Фосфорні (гранульований суперфосфат, 19% P₂O₅) та калійні (калімаг 44% K₂O, 15% MgO) добрива вносили під основний обробіток ґрунту.

Попередником для гібрида кукурудзи «*****» в досліді була пшениця озима. Агротехніка вирощування відповідала загальноприйнятій для Лісостепу Західного.

Дослідження було спрямоване на розробку оптимальної системи удобрення кукурудзи на зерно, яка дозволить отримати високі врожаї високоякісного зерна, доброї якості при мінімальних витратах. Завданнями досліджень передбачалось вивчення питання впливу удобрення на ріст і розвиток рослин, вміст азоту, фосфору і калію в ґрунті, структурні показники врожаю та якості зерна кукурудзи.

Фенологічні спостереження за онтогенезом рослин здійснювалися згідно з усталеними методиками. Ми фіксували такі фенофази: ВВСН 09, ВВСН 13-15, ВВСН 18-20, ВВСН 51-53, ВВСН 83-85 та ВВСН 87-89.

Для обліку врожаю зерна ми застосували метод суцільного обмолоту. Отримані дані про врожайність піддали статистичному аналізу згідно з

рекомендованими методиками. Урожайні дані обробляли дисперсійним та кореляційно-регресійним аналізом [18, 43].

Якість зерна кукурудзи оцінювали за кількома показниками. У відібраних зразках зерна проводили визначення вмісту білка – за ДСТУ 13496.4-93, «сирого» жиру – за ДСТУ 13496.15-97, клітковини – за ДСТУ 8844:2019, крохмалю – за ДСТУ 10845-91. Маса 1000 зерен визначали зважуванням двох проб по 500 зерен кожна, відповідно до державного стандарту ДСТУ ISO 520:2015.

Польові дослідження та лабораторні аналізи проводилися згідно з державним стандартом України за ДСТУ 7922:2015. Відбір проб ґрунту та рослинних зразків здійснювався відповідно до вимог ДСТУ 4287:2004, а також загальних вимог до агрохімічних аналізів, зазначених у ДСТУ 7948:2015. Для проведення досліджень використовувалися сучасні лабораторні методи аналізу, що забезпечило високу точність і достовірність отриманих результатів.

Вміст доступних для рослин форм азоту (лужногідролізований азот) визначали за методом Корнфільда (ДСТУ 7863:2015), а вміст рухомих форм фосфору та обмінного калію – за методом Чирикова (ДСТУ 4115:2002). Застосування цих методів дозволило оцінити забезпеченість ґрунту основними елементами живлення.

Ми оцінили, наскільки вигідно використовувати різну кількість добрив для вирощування кукурудзи. Для цього ми проаналізували результати досліджень і врахували вартість добрив та отриманий урожай. Розрахунок проводили з використанням сучасних цін 2024 року. Енергетичну оцінку проводили за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненка [40].

2.5 Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

Агротехніка вирощування відповідає загальноприйнятим методам, характерним для західної частини Лісостепу України, за винятком окремих

агротехнічних заходів, які були предметом дослідження.

Попередником виступала озима пшениця. Після її збирання здійснювали дискування ґрунту на глибину 8–10 см, а потім проводили зяблеву оранку на глибину 24–26 см. У процесі внесли фосфорні та калійні добрива у вигляді гранульованого суперфосфату та калімагу. Навесні виконували передпосівну культивуацію на глибину, необхідну для загортання насіння. Перед цим вносили азотні добрива у вигляді карбаміду, а для підживлення використовували аміачну селітру.

Під час посіву насіння протруювали суспензією препарату Іншур Перформ 12%, к.с. у нормі 0,5 л/т. Це забезпечувало захист від корневих гнилей, пліснявіння насіння, сажки летючої та сажки пухирчастої.

Правильне використання гербіцидів із ґрунтовою та післясходовою дією дозволяє обійтися без механічного обробітку для догляду за посівами.

До сходів кукурудзи для боротьби з однорічними злаковими та дводольними бур'янами застосовували гербіцид Ацетер Супер 90, КЕ (з діючою речовиною ацетохлор, 900 г/л) у нормі 1,5–3,0 л/га.

Для боротьби з однорічними та багаторічними злаковими і дводольними бур'янами застосовували препарат Нікофур Фло МД (з діючими речовинами нікосульфурон – 40 г/л) у фазі ВВСН 12-15.

Посів гібриду «*****», який рекомендований для Лісостепу, здійснювали в першій декаді травня, орієнтуючись на сприятливу температуру ґрунту. Для сівби використовували сівалку СУПН – 8 (ВОМ), загортаючи насіння на глибину 5 см з міжряддям 70 см. Норма висіву становила 75 тисяч насінин на гектар.

Для захисту від кукурудзяного стеблового метелика застосовували препарат Інстрайкер, к.е. (з діючою речовиною ацетаміпрід 150 г/л, лямбда-цигалотрин 50 г/л) у нормі 0,1–0,25 л/га.

Для боротьби з гельмінтоспориозом та іржею застосовували препарат Піраклін, к.е. (піраклостробін – 250 г/л) у нормі 0,4–0,6 л/га.

Кукурудзу збирали комбайном John Deere при вологості зерна 28-30%.

Гібрид кукурудзи «*****» включений до державного реєстру сортів рослин України з 2007 року. Він відзначається високою потенційною врожайністю за умови оптимальних умов вирощування. За термінами дозрівання відноситься до середньоранніх сортів. Гібрид кукурудзи був виведений Інститутом зернових культур НААН України. Основними зонами його вирощування є Лісостеп та Степ [28].

Висота рослин варіює в межах 250-260 см. Качан циліндричної форми, довжиною 22-23 см, з кількістю зерен у ряду 40-42. Стержень качана забарвлений у червоний колір. Середня зернова продуктивність становить 80-85%. Маса 1000 зерен коливається в межах 290-300 грамів. Гібрид кукурудзи Любава характеризується високою стійкістю до вилягання та холодостійкістю. Гібрид має досить високий рівень стійкості до основних хвороб і шкідників. Середня врожайність зерна становить 12,0-12,5 т/га. Потенційна врожайність силосу досягає 60,0-65,0 т/га.

«*****» – це гібрид, який отримали шляхом схрещування різних сортів. Рослини не утворюють бічних пагонів. Качани мають циліндричну форму середньої довжини (22-23 см) з червоним стрижнем. Вихід зерна досить високий – 80-85%. Зерно жовтого кольору. Для отримання насіння використовують стерильну лінію та схему повного відновлення з співвідношенням батьківських форм 6:2 [28].

Форма верхівки першого листка варіює від загостреної до округлої. Антоціанове забарвлення піхви першого листка виражене помірно. Кут між листовою пластинкою і стеблом має середнє значення. Антоціанове забарвлення повітряних коренів стебла виражене помірно. Фаза повного цвітіння настає в середні терміни вегетації. Колоскові луски мають помірне антоціанове забарвлення. Волоть характеризується середньою щільністю. Бічні гілочки волоті мають середню довжину та ледь відхилене положення на нижній третині. Кількість первинних бічних гілочок невелика, а головна вісь волоті коротка [28].

Розділ 3

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ (результати досліджень)

3.1 Вплив норм мінеральних добрив на агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту

Органічні та мінеральні добрива відіграють ключову роль у покращенні якості ґрунту та забезпеченні рослин збалансованим живленням, що є необхідною умовою для отримання високих і якісних врожаїв. Внесення добрив є ключовим агротехнічним прийомом, який дозволяє оптимізувати живлення рослин, покращити фізико-хімічні властивості ґрунту та, як наслідок, підвищити врожайність і якість продукції. Органічні добрива сприяють підвищенню гумусу в ґрунті та покращенню його структури, тоді як мінеральні добрива забезпечують рослини легкодоступними формами макро- і мікроелементів. Регулювання кислотності ґрунту за допомогою мінеральних добрив є важливим агротехнічним прийомом, оскільки від рівня рН залежить розчинність багатьох поживних речовин та їх доступність для рослин. Завдяки збалансованому живленню рослин, забезпеченому добривами, можна отримати не тільки більший урожай, але й продукцію вищої якості [2, 13]

Дослідження вказують, що саме внесення добрив має найбільший вплив на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, переважаючи за своєю ефективністю такі фактори, як якість посівного матеріалу, обробка землі та захист рослин. Ефективність добрив значною мірою залежить від природних умов регіону. Так, у Поліссі використання добрив дозволяє збільшити врожайність на 58%, у Лісостепу – на 42%, у вологому Степу – на 13%, а в сухому Степу – лише на 12% [15, 16].

Сучасна аграрна наука пропонує інноваційні рішення для підвищення врожайності кукурудзи. Завдяки новим технологіям та науковим розробкам

можна досягти високих показників без надмірного навантаження на ґрунт. Об'єднання зусиль аграрних науковців, фермерів та агрокомпаній є запорукою успіху в підвищенні продуктивності кукурудзи, а спільна робота дозволить розробити ефективні стратегії для досягнення високих і стабільних врожаїв високоякісної продукції [35, 51].

В таблиці 3.1 наведено порівняльну характеристику агрохімічних показників темно-сірого опідзоленого ґрунту до початку і після проведення польового дослідження.

Таблиця 3.1 – Вплив норм мінеральних добрив на вміст в ґрунті лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію (середнє за 2023-2024 рр.), мг на 1 кг ґрунту

Варіант дослідження	Лужногідролізований азот	Рухомий фосфор	Обмінний калій
	до закладки польового дослідження		
	148	82	69
	перед збиранням врожаю		
Контроль – без добрив	133	70	53
N ₉₀ P ₆₀ K ₅₀	160	88	77
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₇₀	166	92	82
N ₉₅ P ₈₀ K ₉₀ + N ₃₅ (ВВСН 13-15)	170	96	87
N ₈₀ P ₉₀ K ₁₁₀ + N ₇₀ (ВВСН 13-15)	174	99	92

За результатами лабораторних аналізів встановлено (табл. 3.1), що до закладки польового дослідження вміст азоту становив 148 мг/кг ґрунту (низький), рухомого фосфору 82 мг/кг ґрунту (середній) і обмінного калію 69 мг/кг ґрунту (середній).

На контролі вміст азоту, фосфору і калію перед збиранням врожаю був дещо нижчим, а саме: азоту на 15 мг/кг ґрунту, фосфору на 12 мг/кг ґрунту і калію на 16 мг/кг ґрунту. За внесення мінеральних добрив в нормі N₉₀P₆₀K₅₀ у другому варіанті дослідження азот підвищився на 12 мг/кг ґрунту, фосфору на

6 мг/кг ґрунту і калію на 8 мг/кг ґрунту. Найвищий вміст лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору одержали у варіанті за удобрення в нормі $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15). Так, у цьому варіанті досліду був найвищим вміст лужногідролізованого азоту 174 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 99 мг/кг ґрунту і обмінного калію 92 мг/кг ґрунту.

Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15) на темно-сірому опідзоленому ґрунті під кукурудзу призвело до позитивного балансу поживних речовин. Це означає, що кількість азоту, фосфору та калію в ґрунті після збирання врожаю була більшою, ніж перед посівом. Таким чином, було забезпечено не тільки задоволення потреб рослин у поживних речовинах протягом вегетаційного періоду, але й накопичення їх у ґрунті.

3.2 Проходження фаз вегетації кукурудзи залежно від впливу рівня мінерального удобрення

Кукурудза – це культура, яка віддає перевагу родючим, добре дренованим ґрунтам з високою аерацією. Саме такі умови забезпечують оптимальний доступ кореневої системи до повітря та води, що є необхідними для її росту та розвитку. Кукурудза має підвищену потребу в поживних речовинах, зокрема азоті, фосфорі та калії, особливо в період цвітіння та наливу зерна. Ця культура здатна поглинати з ґрунту цих елементів в 1,5 раза більше, ніж інші зернові [33, 47].

На початкових етапах росту кукурудза живиться за рахунок запасів поживних речовин в насініні. Згодом, коли коренева система розвивається, рослина починає активно поглинати воду та мінеральні речовини з ґрунту. Цікаво, що з часом роль основного кореня зменшується, а живлення рослини все більше залежить від повітряних коренів, розташованих біля основи стебла. Правильне живлення молодих рослин кукурудзи добривами сприяє підвищенню їхньої стійкості до хвороб та шкідників, а також закладає основу для високого врожаю [48, 59].

Одним з найважливіших критеріїв при виборі гібрида для вирощування є тривалість вегетаційного періоду кукурудзи в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Правильно підібраний гібрид з відповідним вегетаційним періодом є запорукою отримання високих і стабільних врожаїв.

Найкращий результат при вирощуванні кукурудзи в Лісостепу демонструють гібриди з вегетаційним періодом близько 100-110 діб. Саме цей період дозволяє рослинам повністю реалізувати свій потенціал в місцевих кліматичних умовах. Крім вегетаційного періоду, для успішного вирощування кукурудзи в конкретному регіоні необхідно враховувати і суму ефективних температур. Цей показник вказує на кількість тепла, необхідну рослині для повного циклу розвитку, і допомагає вибрати гібрид, який найкраще адаптований до місцевих кліматичних умов.

Завдяки скороченому вегетаційному періоду, зерно ранніх сортів кукурудзи часто має оптимальну вологість для зберігання, що позитивно впливає на його якість [47].

Динаміка проходження фенологічних фаз кукурудзи у 2023 році наведена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вплив норм мінеральних добрив на проходження фенологічних фаз розвитку кукурудзи у 2023 році

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин					
	сівба	ВВСН 13-15	ВВСН 18-20	ВВСН 51-53	ВВСН 83-85	зби- рання врожаю
Контроль – без добрив	03.05	04.06	10.06	10.07	05.09	15.09
N ₉₀ P ₆₀ K ₅₀	03.05	04.06	10.06	11.07	07.09	15.09
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₇₀	03.05	04.06	10.06	12.07	08.09	15.09
N ₉₅ P ₈₀ K ₉₀ + N ₃₅ (ВВСН 13-15)	03.05	04.06	11.06	12.07	09.09	15.09
N ₈₀ P ₉₀ K ₁₁₀ + N ₇₀ (ВВСН 13-15)	03.05	04.06	11.06	12.07	10.09	15.09

У 2023 році сівбу гібриду «*****» провели 3 травня (табл. 3.2).

10 червня у 2023 році, на 31 добу після сівби, наступала фаза ВВСН 13-15. Фаза ВВСН 51-53 за варіантами з мінеральним удобренням в нормі $N_{90}P_{60}K_{50}$ наступала на 1-2 доби пізніше контрольного варіанту. Фаза ВВСН 83-85 наступала від 5 до 10 вересня залежно від внесення різних норм мінеральних добрив. У варіанті за удобрення в нормі $N_{90}P_{60}K_{50}$ фаза ВВСН 83-85 наступала на 2 доби пізніше контролю, за внесення $N_{110}P_{70}K_{70}$ на 3 добу пізніше контролю, а за внесення $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15) на 5 діб пізніше контролю.

З метою мінімізації втрат під час зберігання зерна в 2023 році, збір врожаю проводився 15 вересня при оптимальній вологості зерна – не більше 27%.

Динаміка проходження фенологічних фаз кукурудзи залежно від системи удобрення у 2024 році наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Динаміка проходження фенологічних фаз кукурудзи залежно від удобрення у 2024 році

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин					
	сівба	ВВСН 13-15	ВВСН 18-20	ВВСН 51-53	ВВСН 83-85	зби- рання врожаю
Контроль – без добрив	02.05	03.06	09.06	10.07	04.09	14.09
$N_{90}P_{60}K_{50}$	02.05	03.06	09.06	10.07	06.09	14.09
$N_{110}P_{70}K_{70}$	02.05	03.06	09.06	11.07	07.09	14.09
$N_{95}P_{80}K_{90} + N_{35}$ (ВВСН 13-15)	02.05	03.06	10.06	11.07	08.09	14.09
$N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15)	02.05	03.06	10.06	11.07	09.09	14.09

У 2024 році сівбу кукурудзи гібриду «*****» провели 2 травня (табл. 3.3). За усіма варіантами досліду фаза розвитку рослин ВВСН 13-15 наступила 3 червня, після сівби на 31 добу. Фаза ВВСН 18-20 в четвертому та п'ятому варіантах з мінеральним удобренням на одну добу пізніше контролю. Така ж закономірність відмічена і у фазу ВВСН 51-53. Фаза ВВСН 51-53 наступала за варіантами досліду 10-11 липня.

Фаза ВВСН 83-85 наступала за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{90}P_{60}K_{50}$ на 2 доби пізніше контролю, за внесення $N_{110}P_{70}K_{70}$ на 3 доби пізніше контролю, за внесення $N_{95}P_{80}K_{90}$ + та у підживлення N_{35} на 4 доби пізніше контролю, за внесення $N_{80}P_{90}K_{110}$ + та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15) на 5 доби пізніше контролю.

Збирали кукурудзу у 2024 році 14 вересня з вологістю зерна меншою 27%.

Проведені дослідження підтвердили, що тривалість вегетаційного періоду кукурудзи знаходиться в прямій залежності від рівня мінерального живлення. Збільшення дози азотних добрив призводить до подовження вегетаційного періоду.

3.3 Вплив удобрення на висоту рослин кукурудзи

Темпи росту кукурудзи у висоту напряму залежать від мінливих умов навколишнього середовища, що призводить до помітних відмінностей у висоті рослин навіть протягом одного вегетаційного періоду. Кукурудза демонструє два піки інтенсивного росту у висоту: на початку вегетації та перед цвітінням. Після викидання волоті темпи росту значно сповільнюються [47].

Оптимальне мінеральне живлення, особливо на ранніх стадіях розвитку, є ключовим фактором, який впливає на інтенсивність росту кукурудзи та розвиток її кореневої системи [59].

Аналіз даних дворічних досліджень свідчить про залежність висоти рослин кукурудзи від системи удобрення (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Вплив норм мінеральних добрив на висоту рослин кукурудзи (середнє за 2023-2024 рр.), см

Варіант дослідю	Фази розвитку			
	ВВСН 18-20	ВВСН 51-53	ВВСН 83-85	ВВСН 87-89
Контроль – без добрив	84	178	191	205
N ₉₀ P ₆₀ K ₅₀	89	190	200	214
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₇₀	96	193	203	217
N ₉₅ P ₈₀ K ₉₀ + N ₃₅ (ВВСН 13-15)	92	196	206	220
N ₈₀ P ₉₀ K ₁₁₀ + N ₇₀ (ВВСН 13-15)	94	198	208	222

За результатами біометричних вимірювань (табл. 3.4) відмічені найвищі рослини у варіанті за рівня мінерального удобрення в нормі N₈₀P₉₀K₁₁₀ + N₇₀ (ВВСН 13-15). Так, у фазі ВВСН 18-20 висота рослин становила – 94 см, ВВСН 51-53 – 198 см, ВВСН 83-85 – 208 см і ВВСН 87-89 – 222 см.

Найнижчими рослини віли відмічені на контролі і становили у фазі ВВСН 18-20 – 84 см, ВВСН 51-53 – 178 см, ВВСН 83-85 – 191 см і ВВСН 87-89 – 205 см.

Проведені біометричні вимірювання рослин засвідчили, що максимальної висоти було досягнуто у варіанті дослідю, де застосовували добрива у нормі N₈₀P₉₀K₁₁₀ та додаткове азотне підживлення (N₇₀) на фенологічній фазі ВВСН 13-15.

3.4 Продуктивність кукурудзи залежно від рівня удобрення

Якість кукурудзи, зокрема її врожайність, залежить від цілого комплексу структурних характеристик, серед яких особливе місце займають розмір качана та кількість зерен. Структурні показники качана, такі як розмір та кількість зерен, мають значний вплив на якісні характеристики кукурудзи [47].

Вплив рівня мінерального удобрення на показники структури врожаю кукурудзи наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Показники структури врожаю кукурудзи залежно від рівня мінерального удобрення (середнє за 2023-2024 рр.)

Варіант дослідю	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість зерна в качані, шт	Маса 1000 зерен, г
Контроль – без добрив	16,5	4,1	544	178
N ₉₀ P ₆₀ K ₅₀	18,7	4,3	555	290
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₇₀	19,8	4,5	568	301
N ₉₅ P ₈₀ K ₉₀ + N ₃₅ (ВВСН 13-15)	20,8	4,7	579	310
N ₈₀ P ₉₀ K ₁₁₀ + N ₇₀ (ВВСН 13-15)	21,9	5,0	591	321

Найдовший качан 21,9 см одержали за внесення добрив в нормі N₈₀P₉₀K₁₁₀ + N₇₀ (ВВСН 13-15), а найкоротший 16,5 см у контрольному варіанті. У ході дослідю виявлено тенденцію до збільшення довжини качана в міру підвищення норми мінеральних добрив: від N₉₀P₆₀K₅₀ до N₈₀P₉₀K₁₁₀ + N₇₀ (ВВСН 13-15).

Найбільший діаметр качана, який склав 5,0 см, спостерігався у варіанті з внесенням мінеральних добрив у нормі N₈₀P₉₀K₁₁₀ + N₇₀ (ВВСН 13-15). У другому, третьому та четвертому варіантах діаметр качана був трохи меншим і складав відповідно 4,3, 4,5 і 4,7 см.

Кількість зерен на качані кукурудзи варіювалася залежно від схеми удобрення. Найбільша кількість зерен у качані 591 штук була за внесення добрив в нормі N₈₀P₉₀K₁₁₀ + N₇₀ (ВВСН 13-15), що на 47 штук більше контролю. За внесення добрив в нормі N₉₅P₈₀K₉₀ + N₃₅ кількість зерен у качані становила 579 штук, що на 35 штук більше контролю. У варіанті за внесення норми добрив N₁₁₀P₇₀K₇₀ кількість зерен у качані становила 568 штук, що на 24 штук більше контролю. За удобрення в нормі N₉₀P₆₀K₅₀ кількість зерен у качані

становила 555 штук, що на 10 штук більше контролю.

Маса 1000 зерен є одним із важливих морфологічних показників, що характеризує якість зерна. Максимальна маса 1000 зерен 321 г була досягнута в досліді, де застосовували мінеральні добрива за схемою $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15), що перевищує контроль на 143 грами.

У варіанті досліді за внесення норми мінеральних добрив $N_{95}P_{80}K_{90} + N_{35}$ маса 1000 зерен становила 310 штук, що на 132 штук більше контролю. За удобрення в нормі $N_{110}P_{70}K_{70}$ кількість зерен у качані становила 301 штук, що на 123 штук більше контролю. За внесення норми добрив $N_{90}P_{60}K_{50}$ кількість зерен у качані становила 290 штук, що на 112 штук більше контролю.

Отже, найвищі структурні елементи були зафіксовані у варіанті за норми мінеральних добрив $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15): діаметр качана 5,0 см, довжина качана 21,9 см, кількість зерна в качані 591 шт, маса 1000 зерен 321 г.

3.5 Урожайність зерна кукурудзи залежно від рівня мінерального удобрення

Кукурудза потребує не просто наявності поживних речовин у ґрунті, а їхньої доступності для кореневої системи в легкозасвоюваній формі. Для нормального росту кукурудзі необхідні поживні речовини, які повинні бути представлені в ґрунті у формі, легко доступній для коренів рослини [47].

Для успішного вирощування кукурудзи необхідний збалансований вміст азоту, фосфору та калію.

Термін і методи внесення добрив є одним із ключових факторів, що впливають на врожайність кукурудзи. Оптимальне живлення рослин дозволяє їм повноцінно розвиватися, формувати потужну кореневу систему та забезпечує високу якість зерна.

Вплив різних норм мінеральних добрив на урожайність кукурудзи за 2023-2024 роки відображено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Вплив рівня мінерального удобрення на врожайність зерна кукурудзи, т/га

Варіант досліджу	Урожайність, т/га			Приріст до контролю	
	2023 р.	2024 р.	середнє	т/га	%
Контроль – без добрив	6,32	6,22	6,27	-	-
N ₉₀ P ₆₀ K ₅₀	9,14	8,98	9,06	2,79	44,5
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₇₀	10,06	9,60	9,83	3,56	56,8
N ₉₅ P ₈₀ K ₉₀ + N ₃₅ (ВВСН 13-15)	10,69	10,37	10,53	4,26	67,9
N ₈₀ P ₉₀ K ₁₁₀ + N ₇₀ (ВВСН 13-15)	11,33	11,07	11,20	4,93	78,6
НІР ₀₅ т/га	0,32	0,36			

Згідно з результатами досліджень (табл. 3.6) найвища урожайність, що у середньому за два роки досліджень склала 11,20 т/га, була досягнута у варіанті із внесенням мінеральних добрив в нормі N₈₀P₉₀K₁₁₀ і додатковим підживленням нормою N₇₀ (ВВСН 13-15). Приріст до контрольного варіанта становив 4,93 т/га, або 78,6%. За норми мінеральних добрив N₉₅P₈₀K₉₀ + N₃₅ одержали урожайність 10,53 т/га з приростом до контролю 4,26 т/га, або 67,9%. У варіанті за рівня мінеральних добрив в нормі N₁₁₀P₇₀K₇₀ одержали 9,83 т/га зерна кукурудзи з приростом до контролю 3,56 т/га, або 56,8%. У варіанті за норми мінеральних добрив N₉₀P₆₀K₅₀ урожайність становила 9,06 т/га з приростом до контролю 2,79 т/га, або на 44,5%. Найнижчу урожайність 6,27 т/га одержали на контролі.

Проведена дисперсійна оцінка врожайності підтвердила статистичну значущість отриманих результатів (додатки Б і В).

На рисунках 3.1-3.3 наведені результати кореляційно-регресійного аналізу, який дозволив виявити зв'язки між досліджуваними показниками

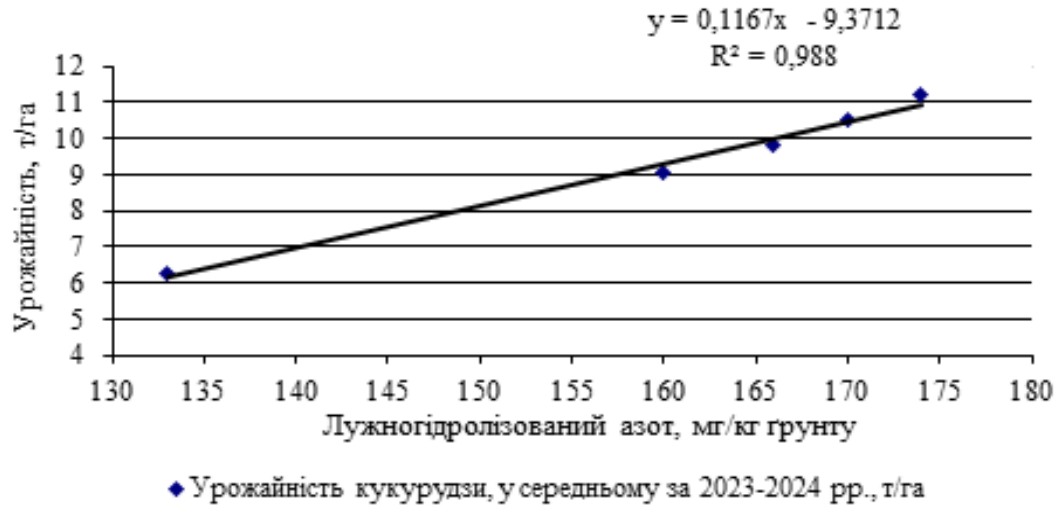


Рис. 3.1. Залежність урожайності кукурудзи від вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту

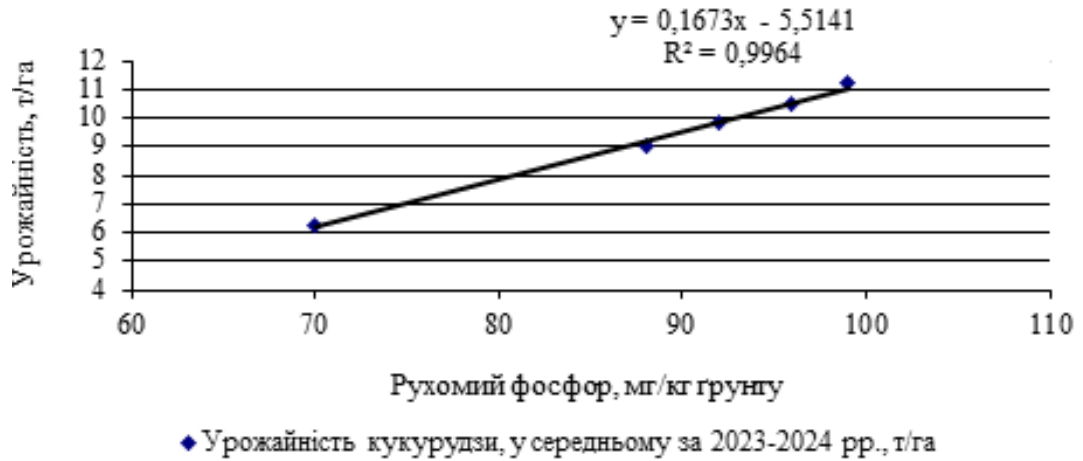


Рис. 3.2. Залежність урожайності кукурудзи від вмісту в ґрунті рухомого фосфору

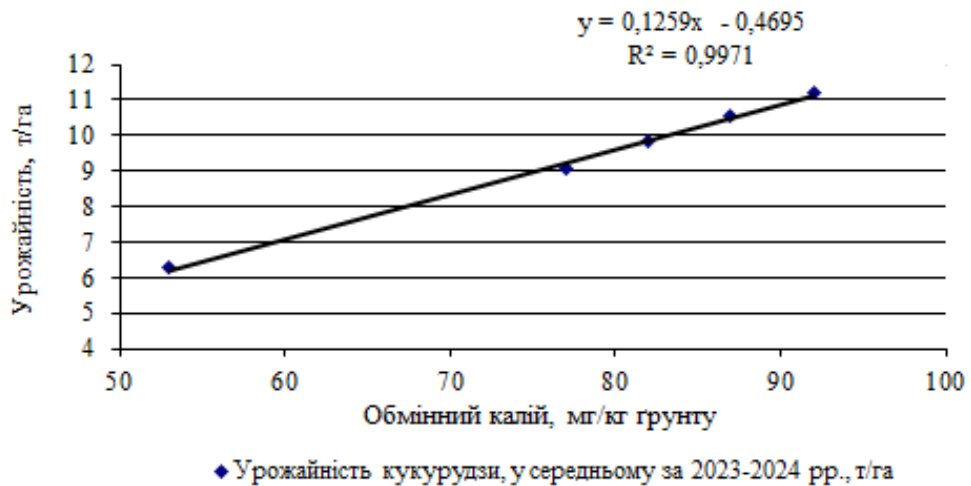


Рис. 3.3. Залежність урожайності кукурудзи від вмісту в ґрунті обмінного калію

Як видно з рис. 3.1, 3.2 і 3.3. множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію і найнижчим він становив ($R^2 = 0,98$) від лужногідролізованого азоту.

На рисунках 3.4, 3.5, 3.6 і 3.7 наведені залежності урожайності від показників структури врожаю кукурудзи.



Рис. 3.4. Залежність урожайності кукурудзи від довжини качана

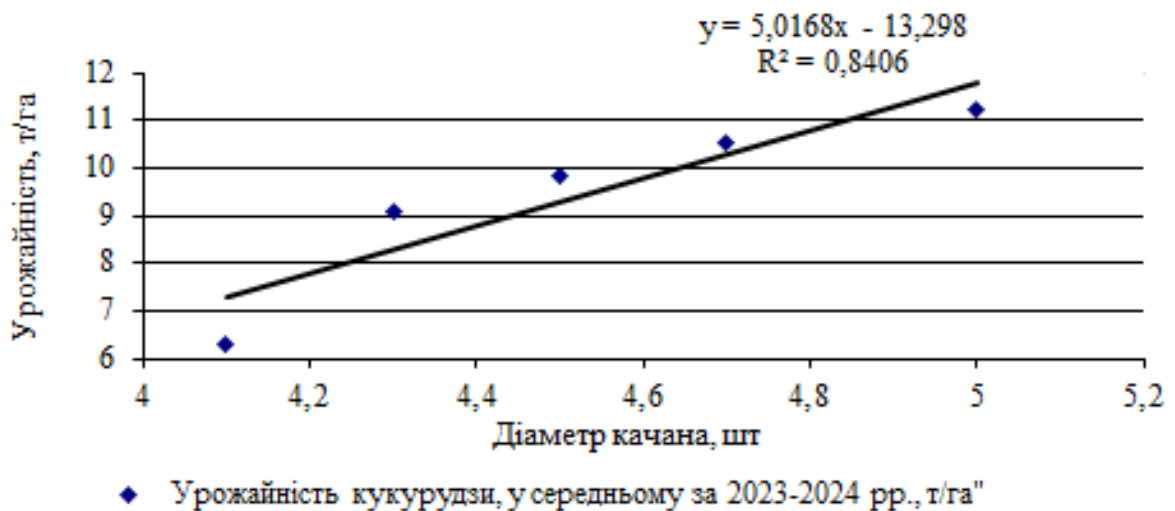


Рис. 3.5. Залежність урожайності кукурудзи від діаметра качана

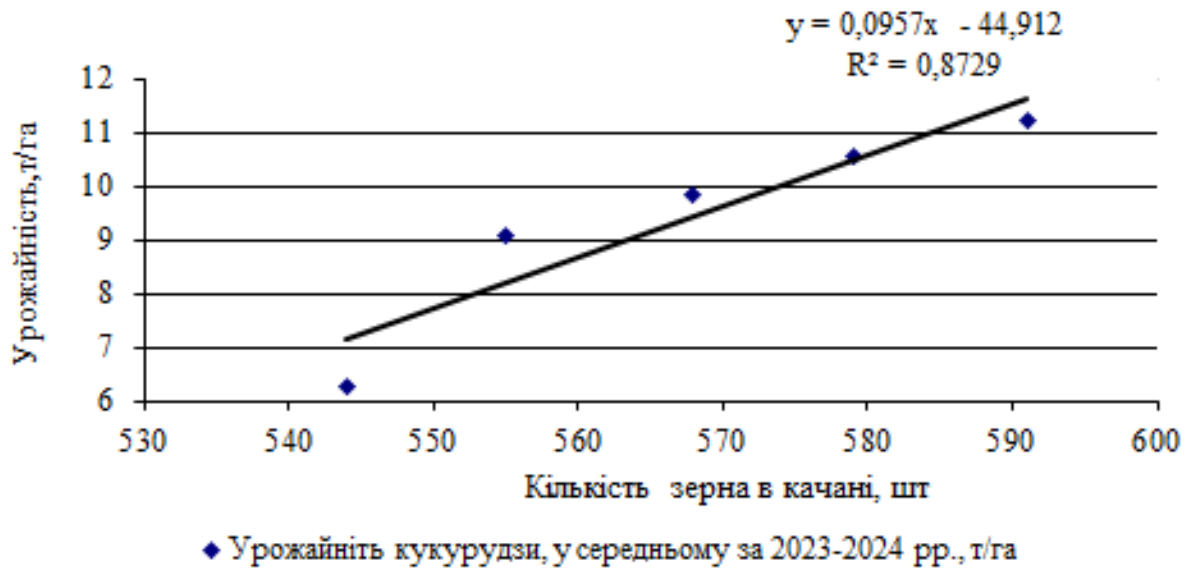


Рис. 3.6. Залежність урожайності кукурудзи від кількості зерен в качані

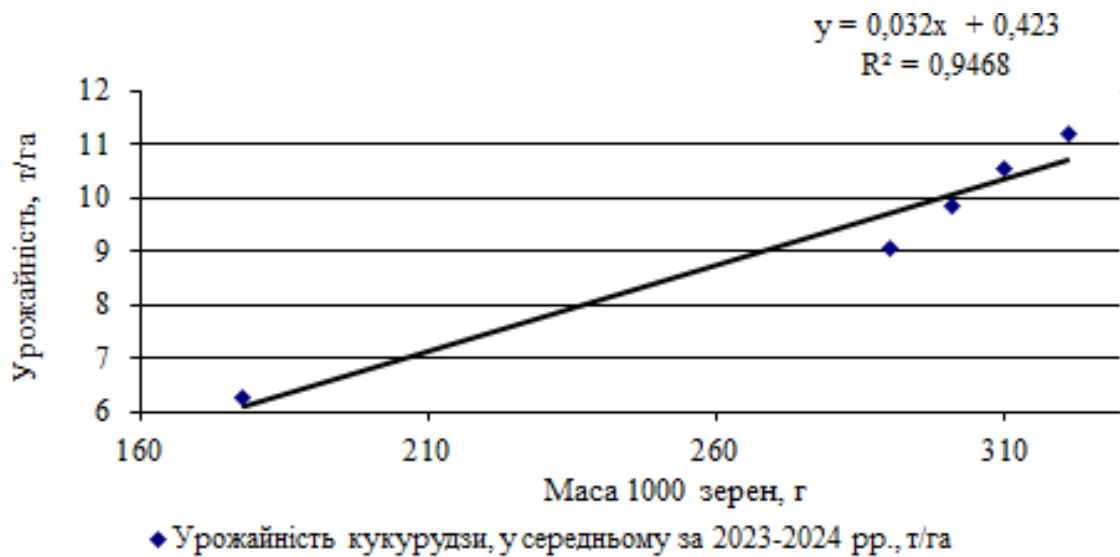


Рис. 3.7. Залежність урожайності кукурудзи від маси 1000 зерен

Як видно з рис. 3.4, 3.5, 3.6 і 3.7 множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від показників структури врожаю кукурудзи.

Отже, за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15) одержали найвищу урожайність 11,20 т/га з приростом до контрольного варіанту 4,93 т/га, або 78,6 %.

3.6 Вплив удобрення на показники якості зерна кукурудзи

Завдяки мінеральним добривам, кукурудза стає більш врожайною та поживною, збагачуючись білками, жирами та іншими корисними речовинами. Правильне застосування мінеральних добрив дозволяє отримати не тільки більший урожай кукурудзи, але й покращити його якість.

Таблиця 3.7 містить результати наших досліджень, які демонструють, як змінюється хімічний склад зерна в залежності від норм внесених добрив.

Таблиця 3.7 – Вплив норм мінеральних добрив на показники якості зерна кукурудзи, у середньому за 2023–2024 рр., %

Варіант досліджу	Білок	Жир	Крохмаль	Клітковина
Контроль – без добрив	7,2	4,4	73,4	2,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₅₀	8,0	4,6	71,9	2,1
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₇₀	8,2	4,7	71,7	2,2
N ₉₅ P ₈₀ K ₉₀ + N ₃₅ (ВВСН 13-15)	8,4	4,8	71,3	2,2
N ₈₀ P ₉₀ K ₁₁₀ + N ₇₀ (ВВСН 13-15)	8,6	4,9	70,7	2,3

Результати досліджень показали певні зміни якісних показників зерна кукурудзи гібриду «*****» залежно від норм внесених мінеральних добрив (табл. 3.7). Зокрема, у варіантах із застосуванням мінеральних добрив спостерігався дещо вищий вміст білка, жиру та клітковини.

За внесення мінеральних добрив в нормі N₈₀P₉₀K₁₁₀ + N₇₀ (ВВСН 13-15) одержали найвищий вміст білка 8,6% з приростом до контрольного варіанту 1,4%.

У варіанті удобрення в нормі N₉₅P₈₀K₉₀ + N₃₅ (ВВСН 13-15) варіанті вміст білка становив 8,4% з приростом до контрольного варіанту 1,2%.

За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{110}P_{70}K_{70}$ вміст білка одержали 8,2% з приростом до контролю 1,0%.

У контрольному варіанті, без внесення добрив, після озимої пшениці, вміст білка становив 7,2%. У другому варіанті, де використовували мінеральні добрива в нормі $N_{90}P_{60}K_{50}$, цей показник збільшився до 8,0%.

Вміст жирів в зерні кукурудзи за варіантами дослідів одержали на рівні 4,4-4,9%. Найвищим вміст жиру 4,9% одержали за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15). У варіанті дослідів за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{95}P_{80}K_{90} + N_{35}$ (ВВСН 13-15) вміст жиру становив 4,8% з різницею до контролю 0,4%. За внесення добрив в нормі $N_{110}P_{70}K_{70}$ одержали вміст жиру 4,7%. У варіанті за внесення норми мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{50}$ вміст в зерні жиру становив 4,6% з приростом до контролю 0,2%. У контрольному варіанті вміст жиру в зерні був найнижчим і становив 4,4%.

Лабораторні аналізи показали, що вміст крохмалю в зерні кукурудзи за різними варіантами дослідів знаходився в межах 73,4–70,7%. Найбільший вміст крохмалю в зерні, 73,4%, було зафіксовано у контрольному варіанті. При внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{50}$ вміст крохмалю склав 71,9%, що на 1,5% менше порівняно з контрольним варіантом. З усіх випробуваних варіантів удобрення, найнижчий вміст крохмалю 70,7% був отриманий при застосуванні добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15).

Вміст клітковини в зерні кукурудзи варіював у межах 2,0–2,3% і майже не залежав від рівня внесених мінеральних добрив.

Згідно з проведеними аналізами, вирощене зерно кукурудзи гібриду «*****» відповідало чинним санітарно-гігієнічним нормам.

Кореляційно-регресійний аналіз залежності вмісту білка і клейковини від урожайності кукурудзи наведені на рис. 3.8, 3.9, 3.10 і 3.11.

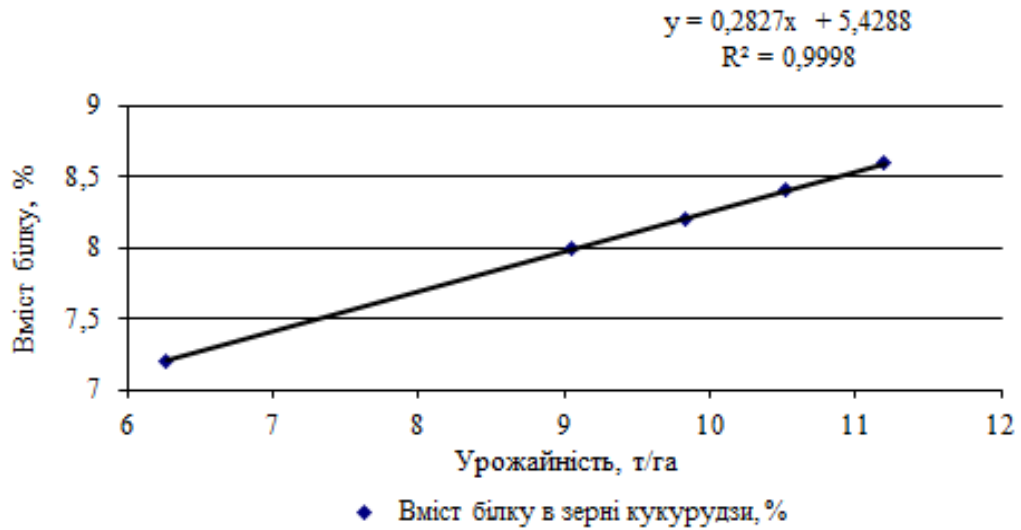


Рис. 3.8. Залежність вмісту білка в зерні від урожайності кукурудзи

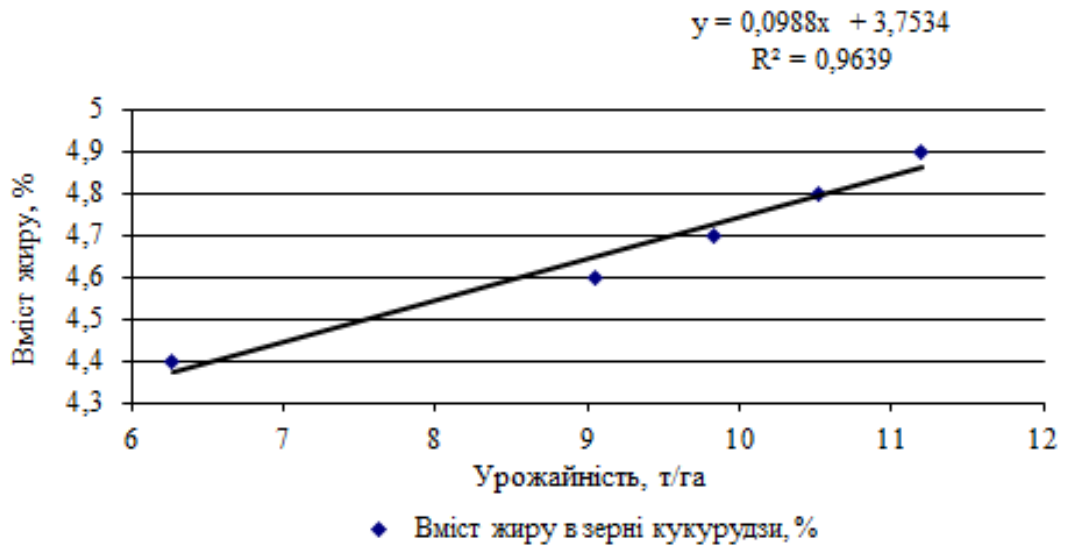


Рис. 3.9. Залежність вмісту жиру в зерні від урожайності кукурудзи



Рис. 3.10. Залежність вмісту крохмалю в зерні від урожайності кукурудзи

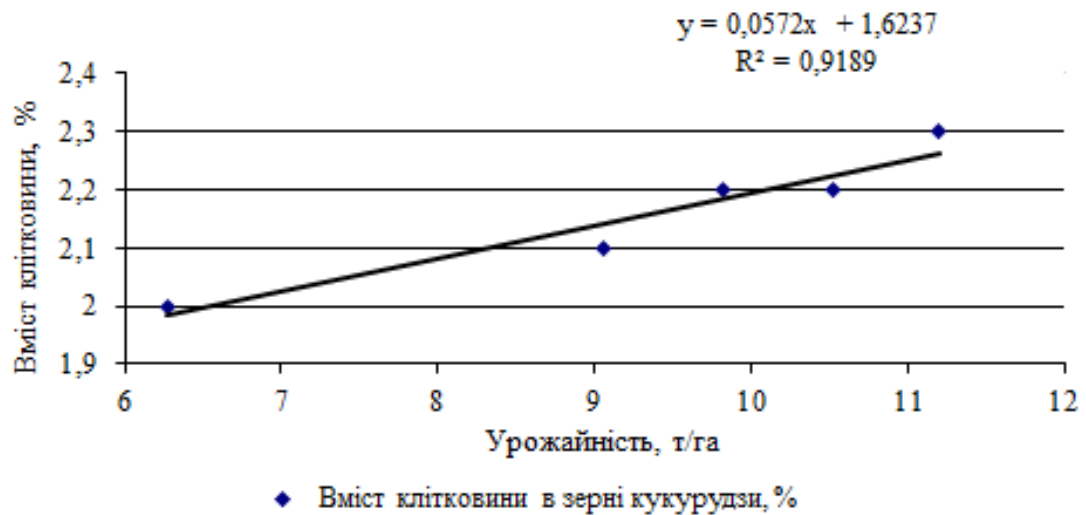


Рис. 3.11. Залежність вмісту клітковини в зерні від урожайності кукурудзи

З рисунків 3.8, 3.9, 3.10 і 3.11 видно, що множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від показників якості зерна кукурудзи.

Таким чином, застосування мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15) на темно-сірому опідзоленому ґрунті сприяє покращенню якості зерна кукурудзи гібриду «*****».

3.7 Економічна та енергетична ефективність удобрення кукурудзи на зерно

Розробка ефективної стратегії удобрення кукурудзи вимагає комплексного підходу, який враховує не тільки потреби рослин у поживних речовинах, але й економічні аспекти. Оптимізація витрат на добрива та максимізація прибутку від вирощування кукурудзи можлива лише за умови проведення ретельного економічного аналізу.

Для оцінки ефективності добрив було проведено економічний аналіз, в якому вартість вирощеної кукурудзи визначалася за поточними ринковими цінами, а витрати на добрива – з урахуванням оптових цін, доставки та застосування. Розрахунок економічної ефективності удобрення ґрунтувався

на порівнянні ринкової вартості отриманого врожаю кукурудзи та сукупних витрат на придбання, доставку та внесення добрив.

Для визначення вартості робіт були використані офіційно затвержені нормативи та технологічні карти, що містять інформацію про трудомісткість та матеріаломісткість кожного етапу виконання робіт.

Запропонований підхід дозволяє всебічно оцінити ефективність використання добрив при вирощуванні кукурудзи, включаючи економічні та енергетичні аспекти.

В таблиці 3.8 наведений розрахунок економічної ефективності внесення різних норм мінеральних добрив під кукурудзу.

Таблиця 3.8 – Економічна ефективність внесення різних норм мінеральних добрив під кукурудзу

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн./га	Вартість приросту урожайності, грн./га	Всього затрат, грн./га	Затрати на добрива та їх внесення, грн./га	Чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %	Окупність 1 грн. затрат на добрива та їх внесення, грн.
Контроль – без добрив	6,27	53295	–	41300	–	11995	29,0	–
N ₉₀ P ₆₀ K ₅₀	9,06	77010	23715	50039	8739	26971	53,9	2,71
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₇₀	9,83	83555	30260	52149	10849	31406	60,2	2,79
N ₉₅ P ₈₀ K ₉₀ + N ₃₅ (ВВСН 13-15)	10,53	89505	36210	54013	12713	35492	65,7	2,85
N ₈₀ P ₉₀ K ₁₁₀ + N ₇₀ (ВВСН 13-15)	11,20	95200	41905	55468	14168	39732	71,6	2,96

Максимальний чистий прибуток 39732 грн./га та найвищий рівень рентабельності 71,6% одержали за внесення мінеральних добрив в нормі N₈₀P₉₀K₁₁₀ + та у підживлення N₇₀ (ВВСН 13-15) (табл. 3.8). При цьому кожна

гривня, інвестована в добрива, принесла 2,96 гривні прибутку. Нижчі показники економічної ефективності одержали за норми мінеральних добрив $N_{95}P_{80}K_{90} + N_{35}$ (ВВСН 13-15). Так, у цьому варіанті чистий прибуток одержали 35492 грн./га, рівень рентабельності 65,7 % та окупність 1 грн. затрат на удобрення 2,85 грн. За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{90}P_{60}K_{50}$ одержали 26971 грн./га чистого прибутку, 53,9% рівня рентабельності та 2,71 грн окупності 1 грн. затрат на удобрення. У контрольному варіанті одержали найнижчий чистий прибуток 11995 грн./га та рівень рентабельності 29,0 %.

Отже, найвищі показники економічної ефективності удобрення кукурудзи одержали у варіанті досліду за внесення добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15).

На відміну від економічних показників, які залежать від ринкових коливань, енергетичний баланс виробництва кукурудзи ґрунтується на постійних величинах, що дає змогу точно визначити співвідношення витраченої та отриманої енергії.

Для оцінки ефективності використання енергії у виробництві, зокрема при вирощуванні кукурудзи, застосовують коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ). Коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) – це важливий показник, який дозволяє порівняти енергетичні витрати на виробництво з енергетичною цінністю отриманої продукції. Він розраховується як відношення енергії, що міститься у врожаї, до загальної кількості енергії, витраченої на його вирощування. Оцінюючи виробництво за допомогою енергетичних показників, ми отримуємо більш об'єктивну картину його ефективності, оскільки цей метод не залежить від мінливості фінансових умов [40].

Проаналізувавши енергетичну ефективність різних варіантів удобрення (табл. 3.9), дійшли висновку, що найбільше енергії було витрачено при застосуванні добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15). Ця система удобрення також мала найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,9.

Таблиця 3.9 – Енергетична ефективність внесення мінеральних добрив

Варіант досліджу	Урожай- ність, т/га	Енерго- ємність урожаю, МДж	Енерго- витрати на 1 га посіву, МДж	К _е (коефіцієнт енергетичної ефективності) по зерну
Контроль – без добрив	6,27	94903	41262	2,3
N ₉₀ P ₆₀ K ₅₀	9,06	137131	52743	2,6
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₇₀	9,83	148788	55107	2,7
N ₉₅ P ₈₀ K ₉₀ + N ₃₅ (ВВСН 13-15)	10,53	159381	56922	2,8
N ₈₀ P ₉₀ K ₁₁₀ + N ₇₀ (ВВСН 13-15)	11,20	169523	58456	2,9

У варіанті за рівня мінерального удобрення в нормі N₉₅P₈₀K₉₀ + N₃₅ (ВВСН 13-15) К_е становив 2,8, а в нормі N₁₁₀P₇₀K₇₀ – 2,7 (табл. 3.9). За внесення мінеральних добрив в нормі N₈₀P₇₀K₆₀ К_е становив 2,9. У контрольному варіанті К_е по зерну одержали найменший показник – 2,6.

Отже, за розрахунками економічної та енергетичної ефективності систем удобрення кукурудзи гібриду «*****» на темно-сірому опідзоленому ґрунті встановлені найвищі показники за рівня мінерального удобрення в нормі N₈₀P₉₀K₁₁₀ + N₇₀ (ВВСН 13-15).

Розділ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

4.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві

У ТЗОВ «*****» система охорони праці базується на чітко визначених правилах та інструкціях. Відповідальність за безпеку працівників несе інженер з охорони праці. Він організовує та контролює заходи, спрямовані на запобігання нещасним випадкам на виробництві, а також стежить за дотриманням трудового законодавства. Він розробляє правила безпеки, проводить інструктажі для працівників, здійснює регулярні перевірки виробництва та забезпечує наявність необхідних засобів захисту. На підприємстві укладається колективний договір, який є результатом переговорів між адміністрацією та представниками трудового колективу. Цей документ визначає права та обов'язки сторін, умови оплати праці, гарантії зайнятості та інші важливі аспекти трудових відносин.

Перед підписанням трудового договору кожен працівник має право отримати повну інформацію про майбутню роботу. Це стосується не тільки умов оплати та графіку роботи, але й потенційних ризиків на виробництві. Також працівник повинен бути ознайомлений зі своїми правами, які передбачені законодавством та колективним договором підприємства. Умови трудового договору не повинні суперечити чинному законодавству [50, 52].

Важливо розуміти, що аналіз виробничого травматизму та професійних захворювань – це безперервний процес. Для аналізу збираються всі доступні форми Н-1 та 7-ТВН за певний період. Дані класифікуються за різними критеріями (вид травми, причина, місце події тощо). Використовуються різні статистичні методи для виявлення закономірностей та трендів.

На основі аналізу формуються висновки про найбільш поширені причини травматизму та захворювань. Розробляються конкретні заходи для усунення виявлених проблем.

Із аналізу актів форми Н-1 видно, що при вирощуванні кукурудзи на зерно є цілий ряд технологічних операцій, неправильне або халатне виконання яких спричиняє травми, отруєння та інші ушкодження. Це має місце при внесенні добрив та пестицидів, що пов'язано з напруженістю робіт, залученням великої кількості технічних засобів та працівників, груповим методом роботи [52].

У ТзОВ «*****» у Львівській області відповідальність за вирішення питань охорони праці покладено на спеціальну службу. Щорічно, спільно з профспілкою, підприємство розробляє та затверджує розділ "Охорона праці" в колективному договорі.

4.2 Пожежна безпека при виконуваних операціях

Для забезпечення пожежної безпеки під час збирання кукурудзи у ТзОВ «*****» розроблена комплексна система заходів. Відповідальність за її виконання несе керівник підприємства. Ця система включає як організаційні заходи (призначення відповідальних осіб), так і технічні (використання спеціального обладнання), а також інші заходи, спрямовані на запобігання виникненню та поширенню пожеж [53].

Правильне розташування обладнання, матеріалів та техніки на підприємстві є одним з ключових організаційних заходів пожежної безпеки. Це включає в себе створення безпечних відстаней між об'єктами, своєчасне прибирання території та організацію ефективної системи зберігання. Комплекс організаційних заходів, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки, включає в себе не лише правильне розміщення обладнання, але й регулярне навчання персоналу, створення пожежних служб та організацію ефективної системи утилізації відходів.

Експлуатаційні заходи передбачають ретельний контроль за роботою обладнання та машин таким чином, щоб повністю усунути ризик виникнення відкритого вогню чи іскор. Це досягається шляхом регулярного технічного обслуговування, використання спеціальних мастил і охолоджувальних рідин, а також дотримання встановлених режимів роботи.

Технічні заходи передбачають правильне встановлення та використання теплового обладнання (печей, котлів), електроустановок, а також інших приладів, які можуть стати джерелами займання. Це включає в себе регулярний технічний огляд, своєчасний ремонт, використання якісних матеріалів та комплектуючих, а також дотримання всіх вимог виробників щодо експлуатації. Заходи режимного характеру передбачають встановлення чітких правил поведінки та використання обладнання, які спрямовані на запобігання виникненню пожежі. Це включає в себе заборону куріння в невідведених місцях, відкритого вогню, а також правильне зберігання матеріалів, здатних самозагорання або легкозаймистих речовин. Також до таких заходів належить регулярний огляд місць зберігання вугілля та інших горючих матеріалів. Тактико-профілактичні заходи спрямовані на забезпечення швидкого реагування на випадок пожежі. Це передбачає постійну готовність пожежних команд, оснащення об'єктів необхідними засобами для гасіння пожежі на ранній стадії та підтримання в робочому стані систем водопостачання, які забезпечують безперебійну подачу води для гасіння [9, 17].

Будівельно-конструкторські заходи передбачають використання спеціальних будівельних матеріалів та конструкцій, які мають підвищену вогнестійкість. Ці заходи здійснюються ще на стадії проектування та будівництва об'єкта і спрямовані на створення такого середовища, яке б максимально уповільнювало поширення вогню та забезпечувало безпечну евакуацію людей у разі виникнення пожежі.

Адміністрація кожного підприємства зобов'язана розробляти та впроваджувати комплекс організаційних заходів, спрямованих на

забезпечення пожежної безпеки, відповідно до чинного законодавства. Відповідальність за дотримання цих вимог покладається безпосередньо на керівника підприємства.

Оскільки мінеральні добрива є пожежонебезпечними речовинами, то згідно з чинним законодавством склади, де вони зберігаються, обов'язково обладнуються спеціальними технічними засобами пожежогасіння та сигналізації [50, 52].

Перед початком польових робіт усі механізатори обов'язково проходять навчання з пожежної безпеки та складають іспит, отримуючи відповідний атестат. Це гарантує, що вони знають правила пожежної безпеки та вміють діяти у надзвичайних ситуаціях. Для забезпечення оперативного реагування на можливі пожежі, ремонтні майстерні, механізовані двори та інші виробничі ділянки обладнані первинними засобами пожежогасіння. Крім того, на видному місці розміщуються інформаційні щити з контактами пожежних підрозділів та інструкціями з дій у разі виникнення пожежі.

Кожен трактор та самохідна машина, що працює в полі, обов'язково оснащується спеціальними пристроями для запобігання пожежі: іскрогасником для знищення іскор, вогнегасником для гасіння пожежі на ранній стадії та лопатою для ліквідації невеликих осередків горіння. Автомобілі, які транспортують сільськогосподарську продукцію, також обладнуються іскрогасником та лопатою, а для гасіння пожежі використовується хімічний вогнегасник. Автомобілі-заправники, крім стандартного комплекту, мають додатково заземлюючий пристрій для запобігання статичної електрики та вуглекислотний вогнегасник, який є більш ефективним для гасіння пожеж, пов'язаних з паливом [9, 17].

Щоб уникнути пожежі, категорично забороняється перекачувати легкозаймисті речовини, що зберігаються у металевій тарі, за допомогою будь-яких інструментів, які можуть викликати іскри, наприклад, ломів. Відкривати таку тару також необхідно обережно, використовуючи інструменти, які не утворюють іскор. Після використання тару слід негайно щільно закрити і

зберігати окремо від інших матеріалів, щоб уникнути випаровування шкідливих речовин та можливого займання [53].

4.3 Гігієна праці при внесенні добрив та пестицидів під кукурудзу

На підприємстві ТзОВ «*****» діють суворі обмеження щодо допуску працівників до робіт з пестицидами та мінеральними добривами. До цієї роботи не допускаються особи молодше 18 років, чоловіки віком від 55 років, вагітні жінки та жінки, що годують груддю. Крім того, забороняється працювати з пестицидами особам, які мають захворювання, перелік яких зазначено в спеціальних інструкціях. Для безпечного перевезення пестицидів необхідно використовувати спеціалізований транспорт. Вантажний автомобіль, призначений для перевезення цих речовин, має бути обладнаний закритим кузовом з внутрішнім облицюванням з антикорозійного матеріалу, такого як нержавіюча сталь. На зовнішній стороні кузова обов'язково має бути нанесений чіткий попереджувальний знак "Обережно! Отруйні речовини!" для інформування інших учасників дорожнього руху про небезпечний вантаж [9, 17, 49].

Мінеральні добрива, залежно від свого складу, можуть під час зберігання, транспортування та використання виділяти шкідливі пил, пари та гази. Ці речовини здатні потрапляти в повітря робочої зони і при вдиханні негативно впливати на здоров'я працівників, спричиняючи різноманітні захворювання дихальних шляхів та інші проблеми зі здоров'ям.

Для забезпечення безпеки працівників, які працюють з мінеральними добривами, передбачено комплексний підхід. Всі працівники обов'язково проходять попередній медичний огляд, який дозволяє виявити можливі протипоказання до роботи з хімікатами. Крім того, проводиться детальний інструктаж, під час якого працівники ознайомлюються з токсичною дією добрив, правилами безпечної роботи, методами надання першої допомоги при отруєнні. Для захисту від шкідливого впливу хімікатів, працівникам надається

спеціальний одяг та індивідуальні засоби захисту, такі як комбінезони, рукавички, окуляри та респіратори.

Дотримання правил гігієни є ефективним способом запобігти потраплянню шкідливих речовин в організм і, як наслідок, отруєнню. Забороняється курити, вживати їжу або пити воду на робочому місці. Після завершення роботи необхідно ретельно вимити руки з милом та зняти спецодяг. Ці прості правила допоможуть зберегти здоров'я працівників.

Під час роботи сільськогосподарської техніки для внесення мінеральних добрив необхідно дотримуватися суворих правил безпеки. Категорично забороняється перебувати поблизу рухомих частин машин, таких як обертові вали або розкидачі добрив. Завантажувати добрива в машину можна лише після її повної зупинки. Також забороняється перевозити людей, продукти харчування або воду для пиття разом з добривами, оскільки це може призвести до забруднення та отруєння [9, 17, 50].

Після завершення будь-яких сільськогосподарських робіт, пов'язаних з використанням добрив, необхідно ретельно вимити все тіло з милом під проточною водою. На робочому місці обов'язково має бути аптечка з необхідними медикаментами та достатня кількість чистої питної води. У разі потрапляння добрив в очі, їх слід негайно промити великою кількістю чистої води та звернутися за медичною допомогою. При опіках шкіри добривами, пошкоджену ділянку потрібно охолодити під струменем прохолодної води, обробити 5% розчином спирту для дезінфекції та накласти стерильну пов'язку.

Робота з хімічними меліорантами та добривами вимагає особливої обережності та дотримання строгих санітарних норм. Всі дії, пов'язані з транспортуванням, зберіганням та застосуванням цих речовин, повинні виконуватися чітко відповідно до встановлених правил. Пестициди, залежно від їхніх властивостей, можуть постачатися в різноманітній тарі: паперових та поліетиленових мішках, дерев'яних ящиках, бочках, каністрах, скляному посуді або картонних коробках. Після використання тари від пестицидів, її

необхідно здати на спеціальний склад для утилізації або повторного використання [9, 17, 50].

Для забезпечення безпеки працівників та збереження довкілля, усі роботи, пов'язані із застосуванням пестицидів, повинні проводитися строго за затвердженим планом. Для кожного виду робіт необхідно розробити детальну інструкцію, яка має бути розміщена на видному місці. Щоб звести до мінімуму негативний вплив пестицидів на навколишнє середовище та здоров'я людей, обприскування рекомендується проводити в ранкові або вечірні години, коли температура повітря невисока, сонце мало активне, а вітер слабкий.

Кожен працівник, який має справу з мінеральними добривами та пестицидами, повинен бути забезпечений необхідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Вибір конкретних ЗІЗ залежить від властивостей хімікатів, з якими працює людина. Наприклад, для роботи з пестицидами в аерозольній формі можуть знадобитися респіратори, окуляри та спеціальний одяг, що захищає від проникнення шкідливих речовин [9, 17, 50].

4.4 Безпека праці пов'язана з вирощуванням кукурудзи

Уся сільськогосподарська техніка, яка використовується для вирощування кукурудзи, повинна бути в ідеальному технічному стані. Це стосується тракторів, транспортних засобів та спеціалізованого обладнання. Вся техніка має бути повністю укомплектована необхідними інструментами та інвентарем для проведення ремонтних робіт у польових умовах. Крім того, на кожній машині обов'язково має бути аптечка першої медичної допомоги. Для запобігання травмуванню обслуговуючого персоналу всі обертові механізми та деталі повинні бути обладнані захисними кожухами. Тракторист-машиніст несе повну відповідальність за дотримання правил техніки безпеки під час проведення технічного обслуговування машин та агрегатів у польових умовах. Перед початком будь-яких робіт він, а також його помічник (якщо такий є),

повинні пройти детальний інструктаж з безпеки. Окрім інструментів для ремонту, тракторист-машиніст повинен мати при собі пожежний інструмент, щоб мати змогу оперативно ліквідувати будь-яку пожежу, що може виникнути під час роботи. Усі ремонтні та обслуговуючі роботи з сільськогосподарською технікою в полі повинні проводитися виключно в світлий час доби. Тобто, коли є достатньо природного освітлення. У виняткових випадках, коли роботи необхідно виконати вночі, обов'язково потрібно забезпечити яскраве штучне освітлення робочого місця. Крім того, для підвищення безпеки такі роботи повинні виконувати щонайменше дві особи. Важливо пам'ятати, що всі роботи, за винятком регулювання двигуна, слід проводити тільки після того, як двигун повністю зупиниться [50].

Для підвищення безпеки праці при вирощуванні кукурудзи необхідно: забезпечити працівників якісним робочим одягом та засобами індивідуального захисту; регулярно проводити інструктажі з техніки безпеки перед початком кожного виду робіт; суворо дотримуватися правил безпеки під час обробки ґрунту, посадки, догляду та збирання врожаю [50].

4.5 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Основне завдання цивільного захисту полягає в забезпеченні безпеки людей під час надзвичайних подій. З моменту набуття Україною незалежності держава почала активно формувати правове поле в цій сфері. Зокрема, був прийнятий Закон України «Про охорону праці», який, поряд з іншими нормативно-правовими актами, регулює питання безпеки життя та здоров'я громадян під час різних надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу [50].

Незалежно від виду діяльності та форми власності, кожне підприємство має бути готове до виникнення різноманітних надзвичайних ситуацій, починаючи від пожежі і закінчуючи техногенними аваріями або природними катаклізмами. Керівництво підприємства зобов'язане забезпечити наявність сил для ліквідації наслідків таких ситуацій, а також проводити необхідні

заходи для захисту працівників та майна [50, 52].

Незважаючи на наявність штабу цивільної оборони та ряду служб, відповідальних за різні аспекти захисту населення від надзвичайних ситуацій, їхня ефективність значно обмежена через недостатнє фінансування [52].

В адміністрації міста розроблено детальні плани дій на випадок різних надзвичайних ситуацій. Для їх реалізації передбачено використання наявного обладнання та інструментів. Плани ліквідації наслідків аварій та відновлювальних робіт повинні активуватися миттєво після отримання сигналу про надзвичайну ситуацію з будь-якого джерела, будь то радіо, телебачення чи інші засоби зв'язку. Швидкість реакції є критично важливою, оскільки будь-яка затримка може призвести до значних втрат і загрожувати життю людей. Важливу роль у підготовці населення до надзвичайних ситуацій відіграють навчальні заходи з цивільного захисту. Регулярні лекції та практичні заняття, які проводяться для працівників підприємств та установ, допомагають людям набути необхідних знань та навичок.

Захиститися під час надзвичайних ситуацій можуть усі жителі міста. Для цього створюється спеціальний фонд укриттів, який формується шляхом ретельного обстеження та обліку всіх підземних і надземних споруд, що відповідають необхідним вимогам безпеки.

Для забезпечення швидкого реагування на надзвичайні ситуації в структурі цивільної оборони створено кілька спеціалізованих служб. Служба оповіщення відповідає за своєчасне інформування населення про загрози, медична служба - за надання медичної допомоги, а аварійно-технічна служба займається ліквідацією наслідків аварій та відновленням життєзабезпечення.

Результати аналізу свідчать про те, що заходи щодо охорони праці при вирощуванні кукурудзи виконуються на належному рівні. Виявлені незначні недоліки можуть бути легко усунені.

Розділ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів

Ґрунт – це динамічне середовище, де постійно відбуваються різноманітні хімічні реакції. Наявність води, органічних речовин та кисню сприяє процесам розкладу та утворення нових сполук. Якість ґрунту безпосередньо впливає на чистоту водних ресурсів. Завдяки взаємодії води, органічних і мінеральних речовин у ньому відбуваються складні процеси розкладу та синтезу. Кисень, що міститься в ґрунті, забезпечує окиснення органічних сполук. Склад ґрунтових вод відображає хімічний склад ґрунту і є важливим показником його якості.

Мікрофлора ґрунту відіграє вирішальну роль у перетворенні добрив. Під впливом мікроорганізмів добрива перетворюються на форми, які можуть бути доступними для рослин. Водночас, добрива впливають на склад і активність мікробних спільнот, змінюючи властивості ґрунту [1, 5].

Ґрунт здатний самотійно очищуватися від забруднень завдяки живим організмам та особливостям свого складу. Він нейтралізує шкідливі речовини, перетворюючи їх на безпечні сполуки. Родючість ґрунту сприяє його здатності самоочищуватися від забруднень. Проте, надмірне використання мінеральних добрив, особливо без дотримання правил їх зберігання та застосування, може призвести до перенасичення ґрунту поживними речовинами і, як наслідок, до його деградації [55].

Неправильне використання добрив призводить до порушення природних процесів у ґрунті. Це проявляється у порушенні балансу поживних речовин, накопиченні шкідливих сполук, погіршенні фізичних властивостей і, як наслідок, зниженні родючості та забрудненні довкілля.

Надмірне використання добрив руйнує родючість ґрунту, що проявляється в зниженні вмісту органічної речовини, погіршенні структури та

збільшенні кислотності. Одночасно, це призводить до накопичення шкідливих речовин і забруднення довкілля, що створює загрозу для здоров'я людей та екосистем.

Темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти, що поширені у господарстві мають свої особливості, які необхідно враховувати при їхньому використанні. Правильне ведення сільського господарства дозволить зберегти родючість цих ґрунтів та отримувати стабільні врожаї.

Заходи, що проводяться ТЗОВ «*****» для підвищення родючості темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтів, є правильними та спрямовані на покращення їхніх основних властивостей.

Недостатній обсяг вапнування є серйозною проблемою для господарства, оскільки висока кислотність ґрунтів обмежує їхню родючість та продуктивність [20, 29].

Схильність ґрунтів до ущільнення є значною проблемою в господарстві. Для її вирішення, окрім традиційних методів, таких як вапнування та внесення органічних добрив, необхідно впровадити в сівозміну багаторічні трави, особливо конюшину. Крім того, слід мінімізувати рух важкої техніки по полю, особливо в періоди підвищеної вологості ґрунту [5, 29].

Оскільки господарство розташоване на рівнині, де практично відсутні круті схили, водна ерозія не є значною проблемою. Однак сильні зимові вітри становлять загрозу вітрової ерозії. Для захисту ґрунту від вітрової ерозії слід вжити таких заходів: проведення снігозатримання, збереження стерні після збирання врожаю, а також посів озимих сидератів (жита, ріпаку) з подальшим їх заорюванням навесні [20, 29].

5.2 Водні ресурси господарства, їх стан та охорона

Оскільки ґрунтові води фільтруються через ґрунт, їхня якість безпосередньо залежить від стану ґрунту. Забруднення водою спричинене як неякісно очищеними промисловими, побутовими та сільськогосподарськими

стічними водами, так і забрудненням самого ґрунту. Для захисту здоров'я людей і тварин, а також збереження якості питної води, встановлені гранично допустимі норми шкідливих речовин у довкіллі. Максимальна концентрація азоту у поверхневих водах спостерігається саме навесні, під час танення снігу. Це явище має досить логічне пояснення через акумуляцію азоту взимку. Протягом зими атмосферні опади, зокрема сніг, поглинають з повітря різні сполуки азоту, такі як амоній та нітрати. Ці речовини можуть потрапляти в атмосферу з різних джерел: викиди промислових підприємств, автомобільний транспорт, сільськогосподарські угіддя тощо. Сніг, як губка, вбирає ці сполуки і накопичує їх [5, 29].

Азоту, що потрапляє у водойми з твердими стоками (0,6-2,7 кг/га) може значно варіюватися залежно від цілого ряду факторів. Регулювання вмісту азоту в ґрунті є комплексним завданням, яке вимагає застосування сучасних технологій і знань.

Поліфосфати, які потрапляють у природні води, найчастіше походять з побутових стоків та стічних вод тваринницьких ферм.

Хоча ерозія ґрунтів і є значним джерелом фосфору у воді, варто зазначити, що 8% від загального антропогенного надходження є відносно невеликою часткою. Це свідчить про те, що існують й інші, більш значущі джерела фосфору, які потрапляють у водойми.

Основна причина потрапляння фосфорних добрив у водойми – це руйнування верхнього шару ґрунту під дією води та вітру. Для зменшення таких втрат необхідно застосовувати заходи, які запобігають ерозії ґрунтів.

Коли добрива потрапляють у ґрунт, частина фосфору з них може бути змита в річки та озера. Щоб зменшити такі втрати, важливо правильно обирати добрива та способи їх внесення, враховуючи властивості ґрунту [29, 55].

Вимивання фосфору з ґрунту в ґрунтові води – це складний процес, який залежить від багатьох факторів, включаючи властивості самого ґрунту та характер внесених добрив. Внесення органічних добрив сприяє утворенню стійких органічно-мінеральних комплексів фосфору, що знижує його

рухливість [1, 5].

У поверхневих водах калію значно більше, ніж азоту та фосфору, і його кількість може змінюватися від 0,5 до 23 міліграмів на літр. У верхніх шарах води найчастіше зустрічається калій, його вміст може коливатися від дуже малого до досить великого. Вміст калію в поверхневих шарах води багато в чому зумовлюється акумуляцією його в сніговому покриві – 0,6-1,6 мг/л, або 0,3-1,6 кг/га [1, 20].

Сільське господарство є найбільшим споживачем води, витрачаючи на свої потреби близько третини всіх водних ресурсів. Історично західний регіон України характеризувався надмірним зволоженням, що ускладнювало сільськогосподарське використання земель. Для вирішення проблеми надмірного зволоження широко застосовувався гончарний дренаж з двобічним регулюванням стоку. Це дозволяло ефективно відводити надлишкову воду з полів. З часом системи осушення зазнали зносу, їхній стан погіршився, що призвело до неможливості ефективного регулювання водного режиму. Внаслідок запущеного стану систем осушення та неконтрольованого стоку води спостерігається пересушування ґрунту, що негативно впливає на родючість і врожайність [1, 29].

Коли добрива та пестициди потрапляють в ґрунт, вони можуть бути частково поглинені рослинами, а решта – вимиватися в нижні горизонти ґрунту і поверхневі води. Осушувальна система пришвидшує цей процес, оскільки вода разом з розчиненими в ній речовинами швидко відводиться з полів. Опинившись у водоймах, добрива та пестициди можуть накопичуватися в донних відкладах, біоорганізмах, а також у воді.

Міждержавні стандарти, спрямовані на захист водних ресурсів від забруднення добривами та пестицидами, відіграють важливу роль у збереженні екологічної рівноваги. Стандарти прямо забороняють забруднення як поверхневих, так і підземних вод добривами та пестицидами. Це означає, що будь-яка господарська діяльність, яка може призвести до такого забруднення, повинна бути ретельно контрольована. Внесення цих речовин

має здійснюватися строго за планом, а вся інформація про їх використання повинна ретельно документуватися. Це дозволяє відстежувати кількість використаних речовин, оброблену площу та інші важливі параметри. Забороняється вносити пестициди при сильному вітрі (більше 5 м/с). Це обумовлено тим, що вітер може розносити пестициди на значні відстані, що збільшує ризик забруднення довкілля.

Дотримання всіх необхідних заходів щодо очищення стічних вод та утилізації тари є ключовим фактором для збереження довкілля. Завдяки спільним зусиллям ми можемо зменшити негативний вплив сільського господарства на водні ресурси та забезпечити майбутнім поколінням чисту воду і здорову планету [1, 5].

5.3 Охорона атмосферного повітря

Викиди шкідливих речовин в атмосферу, таких як пил, дим та газы, спричиняють серйозні проблеми для навколишнього середовища. Це призводить до парникового ефекту, зміни клімату та погіршення якості повітря, що негативно впливає на здоров'я людей.

Незважаючи на те, що добрива також сприяють забрудненню атмосфери, їхній вплив є набагато меншим порівняно з промисловими підприємствами та транспортом, на які припадає відповідно 70-80% та 15-20% загального обсягу шкідливих викидів [1, 29].

Порушення технології застосування добрив, особливо при авіахімічних роботах, хімічній меліорації та внесенні аміаку, призводить до значного забруднення повітря пилом та газами.

Перевищення гранично допустимих концентрацій аміаку (20 мг/м³), нітрофоски (5 мг/м³), фосфоритного борошна (5 мг/м³) та хлористого калію (10 мг/м³) у робочій зоні при використанні добрив є неприпустимим і може негативно вплинути на здоров'я людей [1, 5].

Значні втрати азоту з добрив (від 9% до 50%) відбуваються через

різноманітні фактори, такі як: вид добрива, його доза, наявність рослинності та органічної речовини в ґрунті, способи внесення, кислотність ґрунту, температура та вологість. Аміачний азот, зокрема, може додатково втрачатися внаслідок хімічних реакцій з компонентами ґрунту [1, 5].

Хоча атмосферне повітря здається нескінченним ресурсом, інтенсивна людська діяльність, особливо в промисловості, сільському господарстві та транспорті, призводить до його стрімкого забруднення. Це робить питання охорони повітря одним з найнагальніших глобальних викликів сучасності. Незважаючи на важливість чистого повітря, стан справ в аграрному секторі залишає бажати кращого. Неправильне зберігання гною на фермах призводить до виділення шкідливих газів, таких як аміак і метан, забруднюючи атмосферу. Крім того, викиди вихлопних газів від сільськогосподарської техніки перевищують допустимі норми, погіршуючи екологічну ситуацію [1, 5, 20].

Обприскування рослин пестицидами в жарку погоду сприяє забрудненню повітря, оскільки частина робочого розчину випаровується. Щоб зменшити негативний вплив на довкілля, обробку слід проводити в прохолодніші періоди доби, коли інтенсивність випаровування знижується [29].

5.4 Стан охорони і примноження флори і фауни

Надмірне використання добрив призводить до забруднення довкілля важкими металами, радіонуклідами та іншими шкідливими речовинами, які потрапляють у харчові ланцюги і можуть спричинити захворювання у людей та тварин. Токсичні речовини, накопичуючись у рослинах, порушують їх нормальне функціонування на клітинному рівні. Вони пошкоджують клітинні мембрани, блокують ферменти, що відповідають за життєво важливі процеси, і заміщають корисні елементи в структурі рослин, що призводить до їх загибелі або пригнічення росту [1, 5, 20].

Важкі метали в ґрунті можуть бути зв'язані органічною речовиною,

утворюючи стійкі комплекси, або адсорбовані глинистими мінералами. Рослини також здатні поглинати ці метали, але цей процес залежить від виду рослини та інших факторів. Тому не завжди існує прямий зв'язок між вмістом важких металів у ґрунті та їх накопиченням у рослинах [1, 5, 20].

Для здоров'я людей і тварин критичним є не стільки загальний вміст фосфору та калію в рослинах, скільки їхнє співвідношення з кальцієм. Оптимальне співвідношення фосфору до кальцію вважається 1:1 або 1,5:1. Надлишок фосфору відносно кальцію може призвести до негативних наслідків для організму. Найбільшу загрозу для здоров'я становлять нітрозаміни, які утворюються з нітратів та нітритів. Ці канцерогенні сполуки можуть міститися в продуктах харчування, воді та повітрі, підвищуючи ризик розвитку ракових захворювань [1, 5, 29].

Зниження освітленості, підвищення температури, надмірне використання азотних добрив та порушення балансу мінеральних речовин в ґрунті сприяють накопиченню нітратів у рослинах.

Рослини і тварини тісно пов'язані між собою в природі. Комахи та птахи допомагають захищати сільськогосподарські культури від шкідників. Однак сільськогосподарські роботи часто завдають шкоди тваринам. Щоб зберегти природну рівновагу, варто використовувати спеціальні пристрої на комбайнах, які відлякують тварин, а також починати збирання врожаю з середини поля. Крім того, важливо дбати про вітрозахисні смуги та чагарники, які є домівкою для багатьох видів тварин [1].

ВИСНОВКИ

Аналізуючи результати досліджень кукурудзи гібриду «*****», вирощеної на полях ТзОВ «*****» на темно-сірому опідзоленому ґрунті, можна зробити такі висновки:

1. Дослідження показали пряму залежність між рівнем внесення мінеральних добрив та агрохімічними показниками ґрунту. Зі збільшенням норми добрив спостерігається підвищення вмісту лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію в орному шарі ґрунту. Застосування системи удобрення з удобренням в нормі $N_{80}P_{90}K_{110}$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15) суттєво підвищило родючість ґрунту, про що свідчить збільшення вмісту лужногідролізованого азоту на 41 мг/кг, рухомого фосфору на 29 мг/кг та обмінного калію на 39 мг/кг порівняно з контролем. Загалом, вміст доступних форм азоту, фосфору та калію в ґрунті становив 174, 99 та 92 мг/кг відповідно.

2. Внесення мінеральних добрив, зокрема азотних, суттєво вплинуло на фенологічні фази розвитку кукурудзи. Збільшення норми азотних добрив стимулює вегетативний ріст кукурудзи, що призводить до подовження фази воскової стиглості. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110}$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15) призвело до затримки фази воскової стиглості на 5 діб, однак позитивно вплинуло на рівень урожайності.

3. Згідно з результатами біометричних вимірів, максимальна висота рослин кукурудзи у фазі ВВСН 87-89 була зафіксована у варіанті з внесенням мінеральних добрив $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15) і становила 222 см. Найнижчі рослини (205 см) були зафіксовані у контрольному варіанті.

4. Внесення добрив нормою $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15) забезпечило отримання кукурудзи з найкращими показниками структури качана: діаметр – 5,0 см, довжина – 21,9 см, кількість зерен – 591 шт., маса 1000 зерен – 321 г.

5. Максимальна урожайність кукурудзи була досягнута при застосуванні мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15) і склала 11,2 т/га,

що на 78,6% перевищує показник контрольного варіанту. Зменшення норм внесення азоту, фосфору та калію, а також зменшення дози підживлення призвело до зниження урожайності кукурудзи. Контрольний варіант без внесення добрив продемонстрував найнижчу продуктивність, з урожайністю кукурудзи всього 6,27 т/га.

6. Внесення добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110}$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15) забезпечило отримання зерна кукурудзи з найвищим вмістом білка 8,6%, жиру 4,9% та клітковини 2,3%.

Вміст крохмалю найвищий 73,4 % одержали на контролі, а найнижчий – 70,7 % у варіанті за норми $N_{80}P_{90}K_{110} +$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15).

Максимальний вміст крохмалю 73,4% був зафіксований у контрольному варіанті без внесення добрив. Найнижчий вміст крохмалю 70,7% спостерігався у варіанті з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{90}K_{110} +$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15). Найнижчі показники вмісту білка, жиру та клітковини були зафіксовані у контрольному варіанті без внесення добрив.

7. Економічний аналіз показав, що найбільш ефективним був варіант з внесенням мінеральних добрив за схемою $N_{80}P_{90}K_{110}$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15), який забезпечив отримання найвищого чистого прибутку – 39732 грн/га при рівні рентабельності 71,6%. Найнижчий чистий прибуток 11995 грн./га та найнижчий рівень рентабельності 29,0% були зафіксовані у контрольному варіанті без внесення добрив. Окупність витрат на добрива та їх внесення прямо пропорційно зростала зі збільшенням норм їх внесення.

Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{90}K_{110}$ та у підживлення N_{70} (ВВСН 13-15) забезпечило отримання найвищого коефіцієнта енергетичної ефективності 2,9.

За вирощування кукурудзи на зерно гібриду «*****» на темно-сірому опідзоленому ґрунті в умовах Західного Лісостепу після попередника пшениці озимої пропонуємо вносити азотні мінеральні добрива у формі

карбаміду в нормі N_{80} під передпосівну культивуацію та у формі аміачної селітри в нормі N_{70} в підживлення (ВВСН 13-15). Фосфорні мінеральні добрива у формі гранульованого суперфосфату в нормі P_{90} і калійні у формі калімагу в нормі K_{110} пропонуємо вносити під основний обробіток ґрунту. За такої системи удобрення можна одержати високу урожайність зерна кукурудзи гібриду «*****» 11,20 т/га, підвищити показники якості зерна і покращити агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Агроекологія : посібник / А. М. Фесенко, О.В. Солошенко, Н.Ю. Гаврилович, Л.С. Осипова, В.В. Безпалько, С.І. Кочетова; за ред. О.В. Солошенка, А.М. Фесенко. Харків. 2013. С. 291.
2. Агрохімія : навч. посібник / М.Й. Шевчук, С.І. Веремеєнко : за ред. М.Й. Шевчука. Рівне: НУВГП. 2011. 728 с.
3. Агрохімічний аналіз / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.; за ред. М.М. Городнього. К. : Арістей, 2005. 291 с.
4. Андрущенко Г.О. Ґрунти західних областей УРСР. Львів : „Вільна Україна”, 1970. 183 с.
5. Білявський Г.О. та ін. Основи загальної екології. К. : Либідь, 1993. 302 с.
6. Бомба М., Дудар І., Литвин О., Тучапський О., Коцюба А. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного університету. Агрономія.* №21. 2017. С. 48-51.
7. Бомба М.І. Кукурудза: загальні особливості технології у західному регіоні. *Агроном.* 2004. №4(6). С. 40-41.
8. Бомба М.Я., Бомба М.І. Використаймо кукурудзу сповна. *Пропозиція.* 2001. С.40-43.
9. Бутько Д.А., Луценков В.Л., Лехман С.Д. Практикум з охорони праці. К. : Урожай, 1995. 144 с.
10. Генъ С. П. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* 2011. № 1. С. 117–124.
11. Глушко Т.В. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від фону живлення та біостимуляторів. *Зрошуване землеробство.* 2011. Вип. 55. С. 264–274.

12. Гнатенко О.Ф. Вітвицький С.В., Капштик М.В., Петренко Л.Р. Грунтознавство з основами геології: навч. посіб. К. : Оранта. 2005. 648 с.
13. Городній М.М. та ін. Агрохімія: підручник. К. : ТоВ „Алефа”, 2003. 778 с.
14. Городній М.М., Лісовал А.П., Бикін А.П. та ін. ; за ред. М.М. Городнього. 2-ге вид. Агрохімічний аналіз : підручник. К. : Арістей, 2005. 476 с.
15. Господаренко Г.М . Агрохімія: підручник. К. : ННЦ «ІАЕ», 2011. 400 с.
16. Господаренко Г. М. Система застосування добрив : навч. посіб. Київ : СІК ГРУП Україна, 2015. 332 с.
17. Гряник Г.М. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. К. : Урожай, 1989. 208 с.
18. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В. О. Єщенка. К. : Дія. 2005. 288 с.
19. Дзюбецький Б.В., Писаренко В.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В. Морфофізіологічні показники продукційного процесу та врожай насіння материнської форми гібрида кукурудзи Борисфен 433 МВ в умовах зрошення. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2000. № 14. С. 20-22.
20. Злобін Ю.А. Основи екології. К. : Лібра, 1998. 248 с.
21. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К. : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
22. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. К.: Логос, 2005. 150 с.
23. 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.

24. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. *Науковий вісник НУБІП України*. 2017. Вип. 269. Сер. Агрономія. С. 10-17.
25. Ківер В.Х., Галечко І.Д. Реакція гібридів кукурудзи на способи та строки внесення азотних добрив при різних рівнях мінерального живлення. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 8. С. 18-21.
26. Крамарьов С., Красненков С., Пашенко Ю., Коцюбан А., Підгорна Л., Шевченко В., Ісаєнко В., Андрієнко А. Урожайність і якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від рівня мінерального живлення в північному Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агрономія*. 2009. №13. С. 306-320.
27. Крикунов В.Г. Ґрунти і їх родючість. К. : Вища школа, 1993. 283 с.
28. Кукурудза. «*****». Каталог. [Електронний ресурс]. [сайт]. URL: <https://agromega.in.ua/zernovi/sorty-zlakovyx/ljubava-279-mv-580.html> (дата звернення 27.10.2024 р.).
29. Куценко О.М., Писаренко В.М. Агроєкологія: підручник. К. : Урожай, 1995. 256 с.
30. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : Українські технології, 2008. 312 с.
31. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
32. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-тє видання, перероблене. Львів: Растр-7, 2021. 288 с.
33. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза. 2 вид. доп. і перероб. Львів : НВФ «Українські технології» 2003. 72 с.
34. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2014. №8 (279).
35. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Системи застосування добрив : підручник. К. : Вища шк., 2002. 317 с.

36. Лісовал А.П. Методи агрохімічних досліджень. К. : 2001. 246 с.
37. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полюхович М.М., Пархуць Б.І., Пархуць І.М. 555 запитань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.-довід. посіб. / за ред. В.І. Лопушняка. Львів : Простір М, 2018. 488 с.
38. Мазур В. А. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2017. № 6, т. 1. С. 7–14.
39. Маслак О. Переваги – за кукурудзою. *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С. 32-34.
40. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві. К. : Урожай, 1988. 208 с.
41. Мілютенко Т. Б. Оптимізація поживного режиму ґрунту в агроценозі кукурудзи. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 2. С. 81-87.
42. Мілютенко Т. Б. Удобрення кукурудзи на зерно при вирощуванні на дерново-підзолистому ґрунті. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 39-43.
43. Мойсейченко В.Ф., В.О. Єщенко. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. К. : Вища школа, 1994. 344 с.
44. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. *Хімія. Агрохімія. Сервіс*. 2008. №13-14 (257-258). С. 6-7.
45. Мокрієнко В. А., Усатий Г. Ю. Особливості засвоєння поживних речовин гібридами кукурудзи. *Землеробство*. 2006. Вип. 78. С. 12-20.
46. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив строків сівби , густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 31-38.
47. Надь Я. Кукурудза. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2012. 580 с.
48. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза; селекція та вирощування гібридів. Вінниця : Данилюк В. Г., 2011. 432 с.

49. Пащенко Ю.М., Пащенко Ю.М. Оптимізація мінерального удобрення різних біотипів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2007. №31. С. 125-131.
50. Пістун І.П., Березовецький А.П., Березовецький С.А. Охорона праці в галузі сільського господарства (рослинництво) : навчальний посібник. Суми: ВТД „Університетська книга”, 2009. 368 с.
51. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.
52. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. К. : Форт, 2001. 384 с.
53. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України. К. : Основа, 2007. 184 с.
54. Присташ І.В. Урожайність і якість зерна кукурудзи залежно від системи удобрення на лучно-чорноземному ґрунті. *Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства Української акад. аграр. наук*. К. : ЕКМО, 2003. С. 58-63.
55. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т., Литвак П.В. та ін. Агроекологія. К. : Вища освіта, 2006. 671 с.
56. Сметанська І.М. Вплив мінерального живлення на продуктивність посівів кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 1. С. 72-73.
57. Ступенко О.В. Вплив внесення соломи і сидератів на баланс азоту мінеральних добрив і продуктивність культур. *Вісн. аграр. науки*. 2005. №4(624). С. 23-26.
58. Тимофійчук О. Вплив біостимуляторів росту рослин нового покоління на продуктивність кукурудзи на зерно в умовах Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. №16. 2012. С. 622-628.
59. Томашевський Д.Ф. Кукурудза. Київ : Урожай, 1970. 364 с.
60. Трубілов О.В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від способів обробітку ґрунту і мінерального живлення. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 114-117.

61. Якунін О. П., Заверталюк В. Ф. Продуктивність гібридів кукурудзи у зв'язку з густотою стояння рослин і рівнем мінерального живлення. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2003. № 20. С. 48-49.
62. Bennetzen J. L., Hake C. Handbook of Maize: Its Biology. Springer Science Business Media, 2009. 146 p.
63. Księżak J., Staniak M., Bojarszczuk J. Uprawa kukurydzy w systemie ekologicznym. IUNG-PIB, Puławy, 2015. ss. 29.
64. Rutkowski J. Technologia uprawy kukurydzy – od siewu do zbioru. Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Olsztynie, 2018. ss. 23.
65. Machul M., Księżak J. Najważniejsze problemy agrotechniki kukurydzy w świetle badań IUNG-PIB. *Wiś Jutra*, 3, 2007. ss. 11-13.
66. Machul M., Księżak J. Zastosowanie testów roślinnych do oceny stanu odżywienia roślin azotem. *Wiś Jutra*, 7, 2006. 18-20.

ДОДАТКИ

Додаток А

Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно на площі 100 га
Урожайність з 1 га основної продукції 8,0 т, побічної 40,0 т

№ п/п	Назва робітш и	Одиниця виміру	Обсяг робіт		Склад агрегату		Обслуговуючий персонал		Норма виробітку	Кількість нормозмін	
			фізичний, га	умовний еталонний, га	трактор, машина	сільськогосподарська машина	трактористів	інших працівників		трактористів	інших працівників
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Лущення стерні дисковими лущильниками на глибину 5-6 см в 2 сліди	га	200	43,2	МТЗ	ЛДГ-5	1	-	18,5	10,8	-
2	Навантаження органічних добрив на розкидачі	т	3000	81,0	МТЗ	ГЭ-0,8Б	1	-	420	7,1	-
3	Транспортування органічних добрив	т	3000	300	МТЗ	2ПТС-4М	1	-	40	75	-
4	Розкидання органічних добрив	га	100	182	МТЗ	Р0У-5	1	-	2,2	45,5	-
5	Оранка на зяб на глибину 25-28 см	га	100	146,6	Т-150 К	ПЛН-6-5	1	-	7,9	12,7	-
6	Непередбачені витрати	х	х	75,3	х	х	х	х	х	х	х
7	Разом за період основного обробітку ґрунту	х	х	828,1	х	х	х	х	х	х	х
8	Закриття вологи та шлейфування	га	100	12,6	Т-74	СП-11+ШБ-25	1	-	57	1,8	-
9	Підготовка і змішування мінеральних добрив	т	80	6,2	МТЗ-82	СЗУ-20	1	1	65	1,2	1,2
10	Транспортування мінеральних добрив до 5 км	т	80	18,7	МТЗ	2ПТС-4	1	-	22	3,6	-
11	Внесення мінеральних добрив	га	100	28,9	Т-150К	РУМ-8	1	-	40	2,5	-
12	Культивація з боронуванням на глибину 10-12 см	га	100	32	МТЗ	БЗСС-1,0 КПС-4	1	-	12,5	8,0	-
13	Навантаження насіння та нітрофоски (1,0 ц/га)	т	15	-	вручну		-	2	6	-	5,0
14	Завантаження насіння і добрив в сівалку	т	15	-	вручну		-	1	6	-	2,5
15	Сівба з внесенням добрив	га	100	32,2	МТЗ	СУПН-8	1	1	15,5	6,5	6,5
16	Непередбачені витрати	х	х	13,0	х	х	х	х	х	х	х
17	Разом за період підготовки ґрунту і посів	х	х	143,6	х	х	х	х	х	х	х
18	Приготування робочої рідини гербіцидів та транспортування робочої рідини до 5 км	т/км	30	3,5	МТЗ	АПЖ-12	1	1	42	0,7	0,7
19	Внесення гербіцидів суцільним способом	га	100	15,0	МТЗ	ОПШ-15	1	1	33	3,0	3,0
20	Розпушування міжрядь на глибину 10-12 см	га	100	28,0	МТЗ	КРН-5,6	1	-	18	5,6	-
21	Розпушування міжрядь на глибину 6-8 см	га	100	26,8	МТЗ	КРН-4,2	1	-	15	6,7	-
22	Непередбачені витрати	х	х	7,3	х	х	х	х	х	х	х
23	Разом за період догляду за посівами	х	х	80,6	х	х	х	х	х	х	х

Продовження дод. А

№ п/п	Розряди		Затрати праці, люд.-год.		Тарифна ставка, за 1 год., грн.		Тарифний фонд, грн.		Паливо		Авто-транспорт, т-км	Живе-тягло, к-дні	Електро-енергія, кВт-год.
	трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	на одиницю, кг	на весь обсяг, ц			
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
1	IУ	-	75,6	-	3,29	-	248,72	-	2,4	4,8	-	-	-
2	IУ	-	49,7	-	3,29	-	163,51	-	0,2	6,0	-	-	-
3	IУ	-	525	-	3,29	-	1727,25	-	1,2	36,0	-	-	-
4	IУ	-	318,5	-	3,29	-	1047,87	-	12,0	12,0	-	-	-
5	УІ	-	88,9	-	4,39	-	390,27	-	14,1	14,1	-	-	-
6	х	х	105,7	-	х	х	357,76	-	х	7,3	-	-	-
7	х	х	1163,5	-	х	х	3935,38	-	х	80,2	-	-	-
8	IУ	-	12,6	-	3,29	-	41,45	-	1,1	1,1	-	-	-
9	IУ	ІІІ	8,4	8,4	3,29	2,27	27,64	19,07	1,0	0,8	-	-	-
10	ІІІ	-	25,2	-	2,93	-	73,84	-	1,25	1,0	-	-	-
11	У	-	17,5	-	3,78	-	66,15	-	3,0	3,0	-	-	-
12	IУ	-	56	-	3,29	-	184,24	-	3,8	3,8	-	-	-
13	-	ІІІ	-	35	-	2,27	-	79,45	-	-	-	-	-
14	-	ІІІ	-	17,5	-	2,27	-	39,73	-	-	-	-	-
15	У	ІІІ	45,5	45,5	3,78	2,27	171,99	103,28	3,4	3,4	-	-	-
16	х	х	16,5	10,6	х	х	56,53	24,15	х	1,3	-	-	-
17	х	х	181,7	117,0	х	х	621,84	265,68	х	14,4	-	-	-
18	У	IУ	4,9	4,9	3,78	2,55	18,52	12,50	1,2	0,4	-	-	-
19	УІ	IУ	21,0	21,0	4,39	2,55	92,19	53,55	1,4	1,4	-	-	-
20	IУ	-	39,2	-	3,29	-	128,97	-	2,8	2,8	-	-	-
21	IУ	-	46,9	-	3,29	-	154,30	-	2,7	2,7	-	-	-
22	х	х	11,2	2,6	х	х	39,40	6,6	х	0,8	-	-	-
23	х	х	123,2	28,5	х	х	433,38	72,65	х	8,1	-	-	-

Продовження дод. А

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24	Збирання кукурудзи на зерно	га	100	166,6	Т-74	Херсон-4	2	-	4,2	47,6	-
25	Транспортування качанів	т	500	129,2	МТЗ	2ПТС-4М	1	-	16	31,3	-
26	Транспортування подрібнених стебел	т	600	150	МТЗ	2ПТС-4М	1	-	16	37,5	-
27	Непередбачені витрати	х	х	44,6	х	х	х	х	х	х	х
28	Разом за період збирання врожаю	х	х	490,4	х	х	х	х	х	х	х
29	Всього по культурі	х	х	1542,7	х	х	х	х	х	х	х

Продовження дод. А

№ п/п	Розряди		Затрати праці, люд.-год.		Тарифна ставка, за 1 год., грн.		Тарифний фонд, грн.		Паливо		Авто-транспорт, т-км	Живе тягло, к-дні	Електроенергія, кВт-год.
	трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	трактористів	інших працівників	на одиницю, кг	на весь обсяг, ц			
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
24	У	-	333,2	-	3,78	-	1259,50	-	14,5	14,5	-	-	-
25	IУ	-	219,1	-	3,29	-	720,84	-	0,5	2,5	-	-	-
26	IУ	-	262,5	-	3,29	-	863,63	-	0,5	3,0	-	-	-
27	х	х	81,5	х	х	х	284,40	х	х	2,0	-	-	-
28	х	х	977,8	х	х	х	3128,37	х	х	22,0	-	-	-
29	х	х	2446,2	145,5	х	х	8118,97	338,33	х	124,7	-	-	-

Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2023 рік

Таблиця 1 – Урожайність кукурудзи у 2023 році, т/га

Варіант дослідю	Повторення				ΣV	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Контроль – без добрив	5,29	5,98	6,87	7,15	25,3	6,32
$N_{90}P_{60}K_{50}$	8,20	9,03	9,59	9,72	36,5	9,14
$N_{110}P_{70}K_{70}$	9,45	9,84	10,21	10,74	40,2	10,06
$N_{95}P_{80}K_{90} + N_{35}$ (ВВСН 13-15)	10,25	10,46	10,74	11,29	42,7	10,69
$N_{80}P_{90}K_{110} + N_{70}$ (ВВСН 13-15)	10,75	11,14	11,51	11,92	45,3	11,33

Таблиця 2 – Результати дисперсійного аналізу (метод рендомізованих повторень)

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Fфакт.	F ₀₅
Загальна	67,05	19			
Повторень	5,36	3			
Варіантів	61,18	4	15,3	361,7	3,26
Залишок	0,51	12	0,04		

$S_x = 0,10$ т (помилка дослідю);

$S_d = 0,15$ т (помилка різниці середніх);

$HP_{05} = 0,32$ т;

$HP_{05} = 3,33$ %.

Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2024 рік

Таблиця 1 – Урожайність кукурудзи у 2024 році, т/га

Варіант досліджу	Повторення				ΣV	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Контроль – без добрив	5,26	5,84	6,70	7,07	24,9	6,22
N ₉₀ P ₆₀ K ₅₀	7,96	8,69	9,40	9,87	35,9	8,98
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₇₀	8,29	9,71	10,04	10,37	38,4	9,60
N ₉₅ P ₈₀ K ₉₀ + N ₃₅ (ВВСН 13-15)	8,72	10,11	11,16	11,49	41,5	10,37
N ₈₀ P ₉₀ K ₁₁₀ + N ₇₀ (ВВСН 13-15)	10,05	10,87	11,44	11,92	44,3	11,07

Таблиця 2 – Результати дисперсійного аналізу (метод рендомізованих повторень)

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Fфакт.	F ₀₅
Загальна	69,07	19			
Повторень	12,58	3			
Варіантів	55,84	4	14,0	254,4	3,26
Залишок	0,66	12	0,05		

$S_x = 0,12$ т (помилка досліджу);

$S_d = 0,17$ т (помилка різниці середніх);

$HP_{05} = 0,36$ т;

$HP_{05} = 3,90$ %.

Копія статті автора

