

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

рівня вищої освіти – магістр

на тему: „Удосконалення системи удобрення у технології вирощування кукурудзи на зерно на темно-сірому опідзоленому ґрунті Львівської області”

Виконав студент II курсу, групи Аг-62
спеціальності 201 «Агрономія»
Скопик Василь Васильович

Керівник: Б.І. Пархуць

Рецензент: _____

Дубляни 2024

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

Рівень вищої освіти «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

Скопику В.В.

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

Керівник кваліфікаційної роботи Пархуць Богдан Ігорович,

кандидат сільськогосподарських наук, в.о. доцента

Затверджені наказом по університету “17” лютого 2023 р. № 30/к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 01 грудня 2023 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

1. Літературні джерела

2. Гібрид кукурудзи на зерно ***.

3. Варіанти досліду: контроль – без добрив; $N_{80}P_{70}K_{60}$; $N_{100}P_{80}K_{80}$;
 $N_{100}P_{90}K_{100} + N_{20}$; $N_{100}P_{100}K_{120} + N_{40}$.

4. Ґрунт – темно-сірий опідзолений

5. Природно-кліматична зона: Західний Лісостеп

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 навколишнього природного середовища

Розділ 5. Охорона праці та захист населення за надзвичайних ситуацій

Висновки і пропозиції виробництву

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 гідротермічних умов в роки проведення досліджень (1 шт.), морфологічної будови ґрунту (1 шт.) та залежностей показників (10 шт.)

6. Консультанти з розділів:

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

7. Дата видачі завдання 06 вересня 2021 р.

Календарний план

| № п/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів проекту | Відмітка про виконання |
|-------|--|--------------------------------|------------------------|
| 1 | Полеві дослідження з питання удосконалення системи удобрення у технології вирощування кукурудзи на зерно | 09.2022 – 09.2023 | |
| 2 | Написання розділу 1. Продуктивність кукурудзи на зерно залежно від рівня мінерального удобрення (огляд літератури) | 10.09.2022 – 20.11.2021 | |
| 3 | Написання розділу 2. Умови та методика проведення досліджень | 10.09.2022 – 09.10.2023 | |
| 4 | Написання розділу 3. Особливості формування продуктивності кукурудзи залежно від удобрення | 10.01.2023 – 20.09.2023 | |
| 5 | Написання розділу 4. Охорона навколишнього природного середовища | 20.04.2023 – 01.09.2023 | |
| 6 | Написання розділу 5. Охорона праці та захист населення за надзвичайних ситуацій. Формування висновків та бібліографічного списку | 01.09.2023 – 08.11.2023 | |

Студент

В.В. Скопик

Керівник кваліфікаційної роботи

Б.І. Пархуць

УДК 631.81:633.15

Удосконалення системи удобрення у технології вирощування кукурудзи на зерно на темно-сірому опідзоленому ґрунті Львівської області. Скопик В.В. Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. Дубляни, Львівський НУП, 2024.

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

Дослідження проводили впродовж 2022-2023 років у ***Львівського району Львівської області з метою удосконалення системи удобрення кукурудзи гібриду *** на темно-сірому опідзоленому ґрунті до рівня одержання стабільної 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 $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} – 9,07 т/га з приростом до контрольного варіанту 4,26 т/га, або 88,6 %. На контролі одержали найнижчу урожайність кукурудзи 4,81 т/га.

Найвищий в зерні кукурудзи вміст білка 8,9% жиру 4,7% і 2,2% клітковини одержали у варіанті за рівня мінерального удобрення в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} . Вміст крохмалю найвищий одержали у контрольному варіанті – 74,1 %, а найнижчий у варіанті за норми $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} – 71,4 %.

За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} одержали найвищий умовно чистого прибуток 30192 грн./га, рівня рентабельності 71,3%, окупність 1 грн. затрат на добрива та їх внесення 2,4 грн. та коефіцієнт енергетичної ефективності 3,2.

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..... | 18 |
| Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ | 23 |
| 2.1. Опис умов проведення досліджень..... | 23 |
| 2.2. Аналіз метеорологічних умов проведення досліджень..... | 23 |
| 2.3. Опис ґрунту дослідної ділянки..... | 26 |
| 2.4. Методика проведення досліджень..... | 27 |
| 2.5. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді..... | 29 |
| Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ (результати досліджень) | 31 |
| 3.1. Вплив рівня мінерального удобрення на агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту..... | 31 |
| 3.2. Проходження фаз вегетації кукурудзи залежно від впливу мінеральних добрив..... | 33 |
| 3.3. Вплив удобрення на висоту рослин кукурудзи..... | 36 |
| 3.4. Продуктивність кукурудзи залежно від рівня удобрення..... | 38 |
| 3.5. Урожайність зерна кукурудзи залежно від рівня мінерального удобрення..... | 39 |
| 3.6. Вплив удобрення на показники якості зерна кукурудзи..... | 43 |
| 3.7. Економічна та енергетична ефективність удобрення кукурудзи на зерно..... | 47 |

| | |
|--|-----------|
| Розділ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО | |
| СЕРЕДОВИЩА..... | 50 |
| 4.1. Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів..... | 50 |
| 4.2. Водні ресурси господарства, їх стан та охорона..... | 52 |
| 4.3. Охорона атмосферного повітря..... | 54 |
| 4.4. Стан охорони і примноження флори і фауни..... | 55 |
| Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА | |
| НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ..... | 57 |
| 5.1. Аналіз стану охорони праці в господарстві..... | 57 |
| 5.2. Пожежна безпека при виконуваній операції..... | 58 |
| 5.3. Гігієни праці при внесенні добрив та пестицидів під кукурудзу..... | 59 |
| 5.4. Безпека праці пов'язана з вирощуванням кукурудзи..... | 61 |
| 5.5. Захист населення у надзвичайних ситуаціях..... | 62 |
| ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ..... | 64 |
| БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК..... | 66 |
| ДОДАТКИ..... | 72 |
| Додаток А. Технологічна карта вирощування кукурудзи..... | 73 |
| Додаток Б. Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2022 рік..... | 77 |
| Додаток В. Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2023 рік..... | 78 |
| Додаток Д. Копія статті автора..... | 79 |

ВСТУП

Актуальність теми. Добрива становлять значну частину витрат на вирощування кукурудзи через їх високу вартість. Тому важливо здійснювати їх ефективне та раціональне використання, зберігаючи ресурси та економію. Такий підхід дозволяє оптимізувати витрати на добрива, зберігаючи при цьому високий рівень врожайності та ефективність вирощування кукурудзи.

Вирощування кукурудзи для отримання зерна – це складний технологічний процес, який вимагає дотримання високих стандартів усіх агротехнічних заходів. Щоб підняти продуктивність цієї культури, важливе постійне удосконалення методів вирощування. Це дає можливість досягти більш високих показників врожайності та якості продукції.

Для підвищення біологічного потенціалу кукурудзи критично впроваджувати виробничі процеси, які базуються на передових та ефективних технологіях вирощування. Це включає в себе використання високопродуктивних гібридів і науково обґрунтоване застосування мінеральних добрив. Ці методи дозволяють досягти максимального врожаю та оптимальної якості продукції, сприяючи підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва. Вирощування високопродуктивних гібридів в зоні Західного Лісостепу є недостатньо вивченими, тому дослідження в цьому напрямі є актуальними.

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.

Мета і задачі досліджень. Метою наших досліджень було удосконалення існуючої системи удобрення (визначення раціональних норм внесення мінеральних добрив) кукурудзи на зерно гібриду *** на темно-сірому опідзоленому ґрунті до одержання рівня високої і стабільної

врожайності та кращої якості зерна в умовах Західного регіону України.

Щоб досягнути дану мету необхідно було вирішити такі задачі: як впливають різні норми мінеральних добрив на агрохімічні властивості темно-сірому опідзоленому ґрунті; вивчити вплив удобрення на період вегетації кукурудзи; як впливають різні норми добрив на морфологічні показники кукурудзи; дослідити вплив різних норм мінеральних добрив, особливо азотних, на структуру врожаю, якість зерна кукурудзи та формування врожайності; розрахувати економічну та енергетичну ефективність внесення мінеральних добрив в різних нормах за вирощування кукурудзи.

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

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що в умовах Львівської області на підставі вивчення біологічних особливостей росту і розвитку рослин гібриду ***, формування структури урожаю встановлено раціональні норми внесення мінеральних добрив, які сприяють підвищенню врожайності і поліпшенню якісних показників зерна кукурудзи.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що в результаті проведення досліджень розроблені оптимальні норми внесення мінеральних добрив для підвищення врожайності та поліпшення якості зерна кукурудзи, який забезпечує одержання до 9,0 т/га зерна високої якості при значному чистому прибутку, рівні рентабельності і низькій собівартості. Дані рекомендації можуть бути використані сільськогосподарськими підприємствами різних форм власності в умовах Західного Лісостепу.

Публікації. За темою кваліфікаційної роботи опубліковано наукову працю у матеріалах Міжнародного студентського наукового форуму.

Апробація результатів досліджень. Результати проведених досліджень представлено у Звітній студентській науковій конференції за результатами наукових досліджень 2022 року (29-31 березня 2023 року), Міжнародному студентському науковому форумі “Студентська молодь і науковий прогрес в АПК” (04-06 жовтня 2023 р., Львівський НУП).

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

1.1 Біологічні особливості до вирощування кукурудзи на зерно

Тепловий вплив є важливим чинником, що впливає на різноманітні аспекти сільського господарства та врожайність. Це відноситься до частини сонячної енергії, яка поглинається та розподіляється в природному середовищі, такому як ґрунт, рослинний покрив, водна поверхня, атмосфера та інші об'єкти. Різні компоненти навколишнього середовища мають різну здатність поглинати, зберігати, передавати та випромінювати тепло. Цей тепловий режим ландшафту має велике значення для сільського господарства і визначає, наскільки ефективно рослини можуть зростати та розвиватися, впливаючи на врожайність та продуктивність сільськогосподарських культур [45, 58].

Для більшості рослин, які культивуються на території України, важливим фактором є сума середньодобових температур протягом року. Зазвичай, для нормального росту і розвитку цих рослин необхідно, щоб сумарний показник середньодобової температури складав від 2200 до 3800 °С на рік. Наприклад, для кукурудзи, що відноситься до середньоранніх і середньостиглих сортів, потрібно приблизно від 2300 до 2500 °С. Це свідчить про важливість тепла та температурного режиму для вирощування сільськогосподарських культур в Україні, оскільки температура впливає на їхній ріст, розвиток і врожайність [30, 32].

Кукурудзу відносять до теплолюбних культур, бо її ріст та розвиток сильно залежать від температурних умов. Мінімальна температура для проростання насіння кукурудзи зазвичай становить від 9 до 11 °С. Злагоджені сходи цієї культури вимагають температури від 11 до 13 °С, а у дуже

холодному ґрунті, де температура менше 7 °С, проростання насіння кукурудзи відбувається дуже повільно, що може призвести до низького виходу сходів. Крім того, кукурудзяні сходи зазвичай гинуть при температурі від -4 до -6 °С. Ці вимоги до температурного режиму підкреслюють важливість тепла для успішного вирощування кукурудзи [30, 32].

Температурний режим дійсно має значний вплив на формування рослин кукурудзи. Під час літа, коли температура коливається від до 13 °С, розвиток та ріст рослин може сповільнюватися. При температурі приблизно 10 °С рослини майже не ростуть [45, 58].

Оптимальний температурний режим для росту і розвитку кукурудзи зазвичай знаходиться в межах 22-23 °С, особливо в фазах сходів і викидання волотей. У цих умовах кукурудза зростає швидко і розвивається добре [45].

Проте, під час фази цвітіння, коли температура піднімається понад 24 °С, процес запилення рослин гальмується або не може здійснюватися взагалі, що призводить до зменшення врожайності. Таким чином, різні фази росту кукурудзи вимагають різних температурних умов для оптимального розвитку [58].

Вода є надзвичайно важливим фактором для рослин, вона є життєво важливою для всіх біологічних процесів в рослинному організмі. Ось деякі ключові аспекти води в житті рослин.

Вона є основним компонентом цитоплазми рослинних клітин. Вона становить велику частину ваги клітини (приблизно 85-90%) і є середовищем для біохімічних реакцій та обміну речовин в клітинах. Вода служить розчинником для транспорту різних харчових речовин та мінералів в рослині. Вона переносить необхідні поживні речовини і мінерали з коренів до інших частин рослини [45, 58].

Вода використовується для фотосинтезу, процесу, в результаті якого рослини виробляють органічні речовини з вуглекислого газу та сонячного світла. Вона забезпечує охолодження та вологу рослини, що сприяє її життєздатності.

У різні періоди життя рослин потреби у воді різняться, але вода завжди є ключовим чинником для життєдіяльності рослин та формування їхньої біомаси.

Коефіцієнт транспірації – це важливий показник, який визначає, скільки води рослина витрачає на акумулювання 1 грама сухої речовини. Для кукурудзи цей показник становить 240 грамів води на 1 грам сухої речовини.

Тобто, зазначений коефіцієнт показує, що для того, щоб кукурудзяні рослини синтезували 1 грам сухої органічної речовини, вони витрачають 250 грамів води [45, 58].

При цьому, важливо враховувати, що тільки дуже мала частина цієї витрати води, менш ніж 5%, приймає участь у фотосинтезі та формуванні органічних сполук. Решта води витрачається на транспірацію та інші процеси.

У вегетаційний період кукурудзи для нормального росту та розвитку, зазвичай потрібно приблизно від 450 до 550 мм опадів, або вода, що надходить від інших джерел, таких як зрошення чи системи поливу [45, 58].

Потреби кукурудзи в воді в різні фази вегетації справді різняться, і це важливо враховувати для ефективного вирощування цієї культури. Ось деякі ключові моменти.

На початок вегетаційного періоду, коли рослина має лише 5-8 листків, вона має менші потреби до вологи. У цьому періоді корені рослини можуть достатньо глибоко не досягати, і вона може витримувати невеликі відсутності опадів [45, 58].

Приблизно за 2 тижні до того, як відбудеться викидання волотей кукурудза найбільше потребує вологи, оскільки цей період включає утворення панікул, викидання пиляків і запилення.

Після викидання волотей і формування зерна, потреба кукурудзи у волозі поступово зменшується, оскільки рослина спрямовує свої ресурси на розвиток зерна [45, 58].

Період від липня до серпня, коли наливається зерно, кукурудза ефективно використовує опади для збільшення врожайності.

Усі ці відомості важливі для планування поливу і оптимізації водного режиму під час вирощування кукурудзи, забезпечуючи максимальну продуктивність при мінімальному використанні водних ресурсів.

Забезпеченість рослин вологою може бути змінена шляхом впливу на різні параметри, такі як вологість ґрунту та повітря в посівах, шляхом застосування комплексу агротехнічних і меліоративних заходів, для досягнення оптимальних умов росту та розвитку рослин, що впливає на врожайність та якість культурних рослин [45, 58].

На вирощування кукурудзи, її ріст і розвиток чинять вплив різні ґрунтові фактори.

Кукурудза вимоглива до родючості ґрунту і оптимальна реакція ґрунтового розчину для неї перебуває у рамках $pH = 6-7$. Кукурудза погано росте на кислих ґрунтах, тому важливо підтримувати оптимальний рівень кислотності шляхом внесення вапняних добрив.

Вапняні добрива найкраще вносять під попередник перед посівами кукурудзи, оскільки це допомагає вирішити проблему кислих ґрунтів.

Кукурудза найкраще росте на ґрунтах, багатих на гумус, з хорошими фізичними властивостями, які забезпечують хороший дренаж та доступ води та повітря.

Рослини кукурудзи можуть давати високий та якісний врожай на легких ґрунтах, які попередньо заправлені гноєм чи зеленим добривом.

Кукурудза гірше росте на засолених ґрунтах, важких глинистих ґрунтах та ґрунтах, які схильні до заболочування [30, 32].

Урахування цих факторів та правильний вибір ґрунтів для вирощування кукурудзи можуть значно покращити врожайність та якість цієї культури.

1.2 Роль азоту, фосфору і калію в живленні кукурудзи

Кукурудза має свої особливості засвоєння азоту та його взаємодію з реакцією ґрунту.

Азот зазвичай засвоюється кукурудзою у вигляді іонів амонію (NH_4^+) та нітратів (NO_3^-). Іони амонію кукурудза засвоює легше, особливо на лужних ґрунтах з нейтральною або лужною реакцією ґрунту (рН 6,4-7,4).

На кислих ґрунтах (рН 4,4-5,4) кукурудза краще поглинає іони нітратів. Тобто, реакція ґрунту може впливати на те, який тип азоту рослина буде найбільш ефективно засвоювати [29, 31].

Іони амонію, коли вони потрапляють в корінь рослини, перетворюються на амінокислоти і аміді, які використовуються для синтезу азотовмісних органічних речовин. Це може полегшити використання азоту.

Іони нітратів, навпаки, зазвичай потребують відновлення до амонію перед тим, як їх можна використовувати для синтезу органічних сполук [29, 31].

Важливою перевагою амонійного азоту є те, що він добре взаємодіє з ґрунтом і може зв'язуватися з його частинками. Це робить його доступним для рослини протягом тривалого періоду. Амонійний азот може засвоюватися кореневою системою кукурудзи за низьких температур, що особливо важливо на ранніх стадіях вегетації, коли температура ґрунту може бути низькою. Іони амонію потрапляють до коренів рослини в відповідній формі і можуть безпосередньо брати участь в синтезі амінокислот та білків. Це прискорює біохімічні процеси в рослині та сприяє її росту. Амонійний азот зазвичай використовується кукурудзою швидше, бо для синтезування азотовмісних органічних речовин рослина потребує найперше відновленої форми азоту. Важливо враховувати, що надмірна кількість у тканинах аміачного азоту може шкодити кукурудзі, тому важливо дотримуватися оптимальних доз добрив та контролювати їх внесення [29, 31].

Найбільш доступною та мобільною формою азоту для рослин є нітрати. Вони засвоюються кукурудзою ефективно, особливо при високих температурах ґрунту, що зазвичай спостерігається в період інтенсивного росту. Нітратний азот має ключову роль у живленні кукурудзи, оскільки він є важливою складовою для синтезу білків та інших азотовмісних органічних

сполук. Застосування нітратної форми азоту рекомендується особливо на стадіях активного росту, оскільки ця форма азоту може бути вимита з ґрунту до того, як рослина має можливість її використовувати. Вплив азоту стає ефективнішим, коли ґрунт також містить інші мікро- і макроелементи, такі як калій, фосфор, кальцій, сірка, магній та інші мікроелементи. Підвищений рівень азотного живлення може поліпшити засвоєння цих поживних речовин рослиною [29, 31].

Азот, безумовно, відіграє важливу роль у рості та розвитку кукурудзи. Ось деякі ключові пункти щодо впливу азоту на цю культуру: стимулює ріст і розвиток кукурудзи; сприяє утворенню міцних стебел і листків, що дозволяє рослині підтримувати велику масу зерна; забезпечує інтенсивний зелений колір листків, що свідчить про здоровий ріст рослини та ефективність фотосинтезу; сприяє утворенню більшої кількості репродуктивних органів та, як результат, підвищує врожайність кукурудзи; в порівнянні з іншими елементами живлення, азот має найвищу ефективність щодо збільшення врожайності культур; сприяючи інтенсивному росту, азот стримує процеси старіння у рослині, подовжуючи вегетаційний період [21, 31].

Важливо збалансувати внесення азоту, оскільки як недостатність, так і надлишок можуть призвести до зниження врожайності та погіршення якості врожаю.

Підживлення азотом на різних етапах вегетації кукурудзи має здійснюватися з різною інтенсивністю. Динаміка засвоєння азоту вказує на критичні моменти, коли рослина найбільше потребує цього елемента для ефективного росту та формування врожаю.

На початку вегетації кукурудза потребує невеликого засвоєння азоту (3-6%). У цей період рослина менше активно поглинає азот, і це потрібно враховувати при плануванні внесення добрив [29, 30, 31].

З другої половини червня (фаза 7-9 листків) і до 2-ї декади серпня рослина інтенсивно засвоює азот (орієнтовно 80% загальної кількості), і правильне внесення добрив може бути важливим для забезпечення рослини

необхідними ресурсами.

У період цвітіння і досягання потреба в азоті підвищується. Критичним періодом для надання рослині необхідного азоту і його засвоєння для формування врожаю є фаза цвітіння. Азот, у кількості 10-12% ще надходить у рослину кукурудзи під час фази досягання [29, 30, 31].

Карбамід являється найкращим азотним добривом для кукурудзи через його можливість забезпечити рослину азотом на різних етапах вегетації. Це добриво може бути використане для оптимізації азотного живлення кукурудзи, забезпечуючи необхідну кількість азоту на кожному етапі росту.

Фосфор є дуже важливим макроелементом для рослин, включаючи кукурудзу, і виконує ключові функції в їх рості та розвитку. Цей елемент є необхідним для багатьох біохімічних процесів в рослині і відіграє важливу роль у її фізіології [12, 13, 14].

Основні функції фосфору включають:

- участь у структурних компонентах: входить до складу структурних компонентів, таких як ДНК, РНК, фосфоліпіди (складові клітинних мембран), фосфопротеїни та інші біологічні молекули;
- енергетичний обмін має ключове значення в утворенні та передачі енергії для багатьох фізіологічних процесів в рослині;
- фосфор в ферментах входить до складу багатьох ферментів, які регулюють біохімічні реакції в рослині. Він допомагає активувати ферменти та прискорювати хімічні реакції;
- внесення фосфору при посіві сприяє розвитку кореневої системи, що покращує здатність рослин використовувати воду та забезпечує стійкість до стресових умов.
- цвітіння та плодоутворення: достатнє фосфорне живлення сприяє цвітінню і плодоутворенню рослин кукурудзи [15, 29, 31].

Хоча рослини кукурудзи можуть засвоювати менше фосфору в порівнянні з азотом (концентруючись у обсязі 0,2-1% сухої маси рослини), правильне живлення цим елементом є важливим для досягнення оптимальної

врожайності та якості зерна кукурудзи.

Солі ортофосфорної кислоти виступають основним постачальником фосфору для рослин. Так, в умовах слабокислої реакції ґрунтового розчину, особливо важливим для рослин є аніон H_2PO_4^+ , який є однією з основних форм фосфору, доступних для засвоєння рослинами. Ортофосфорні іони грають ключову роль у забезпеченні рослин фосфором, що необхідний для їх росту і розвитку. Ці іони є доступними джерелами фосфору для рослин та беруть участь у біохімічних процесах, які відбуваються в їх клітинах. Тому важливо враховувати реакцію ґрунтового розчину при внесенні фосфорних добрив, особливо на кислих ґрунтах, щоб забезпечити рослини необхідним фосфором для оптимального росту [50].

Засвоєння фосфору з ґрунту проходить через безпосередній контакт з кореневою системою, з водою, через дифузю. Дифузія забезпечує найбільше надходження фосфору в рослину і дуже важливою для ефективного засвоєння цього макроелемента, з водою забезпечується 1-10 відсотків його потреби, через корінь – 5 відсотків. Фосфор має ключове значення для рослин, оскільки він входить до складу нуклеїнових кислот, аденозинтрифосфату (АТФ) та фосфоліпідів, які є важливими компонентами клітинних мембран. Правильна забезпеченість фосфором допомагає рослинам краще жити іншими елементами з ґрунту, змешуючи негативний вплив надмірного азотного удобрення. Оптимальна вологість ґрунту є важливим аспектом для ефективного використання фосфорних добрив рослинами. Вода грає важливу роль у засвоєнні фосфору, і вологіший ґрунт сприяє кращому надходженню цього елемента до кореневої системи рослин [31, 34, 46].

Основний обробіток ґрунту є ідеальним моментом для внесення фосфорних добрив, оскільки це дозволяє рівномірно розподілити фосфор по орному шарі ґрунту на глибині 0-20 сантиметрів і забезпечити доступність цього малорухливого макроелемента для кореневої системи рослин. Такий захід сприяє покращенню використання фосфору.

Порівняно з азотом та калієм, кукурудза фосфор поглинає у меншій мірі,

але, для неї, особливо важливе внесення фосфору в період посіву та в ранній вегетації, коли рослина активно розвиває корені та стебло. Підвищення рівня фосфору сприяє формуванню здорової кореневої системи та покращує засвоєння води і інших поживних речовин. Звідси, правильне внесення добрив, що містять фосфор має позитивний вплив на вирощування кукурудзи та допомагає забезпечити високий врожай та якість продукції [29, 31].

Суперфосфат гранульований є популярним фосфорним добривом, яке вважається найкращим для росту і розвитку кукурудзи. Це добриво містить розчинний фосфор у легкодоступній для рослин формі, що сприяє його ефективному засвоєнню.

Суперфосфат гранульований зазвичай містить приблизно 16-20% розчинного фосфору і низький вміст азоту та калію. Вносячи його в ґрунт, можна поліпшити рівень фосфорного живлення рослин, сприяти розвитку кореневої системи, а також поліпшити формування квітів та плодів.

Важливість калію для рослинного росту та функціонування можна передати через важливі аспекти щодо його ролей в рослинному живленні.

Калій входить до складу клітин та тканин рослин і бере участь у різних структурних функціях. Вміст калію в тканинах рослини допомагає зберігати їх тургор і тургідність, що сприяє стійкості рослини до стресових умов.

Він бере участь у багатьох біохімічних процесах в рослині, включаючи фотосинтез, транспірацію, фотосинтетичний фосфорилінг, активацію ферментів і регуляцію осмотичного тиску [29, 31].

Калій може впливати на засвоєння іонів інших мінеральних елементів, а також таких як азот, магній, кальцій та залізо. Недостатній вміст калію може змінювати здатність рослини засвоювати інші елементи.

Наявність достатньої кількості калію може знизити чутливість рослини до стресових факторів, таких як солеві стреси, засуха, або забруднення ґрунту.

В рослині калій може переміщуватися, і його недостаток може впливати на зростання і розвиток рослини від нижніх частин до верхніх.

Концентрація калію в різних частинах рослини може значно варіюватися

в залежності від її віку та розвитку. Молоді тканини рослини, такі як молоді листки і пагони, мають більше калію, в обсязі до 60% зональних елементів, оскільки цей елемент є важливим для багатьох біохімічних та фізіологічних процесів, що відбуваються в активно ростучих тканинах.

Калій в рослині знаходиться у формі іонів K^+ , які є мінеральними електролітами, тобто іонами, які забезпечують провідність стінок клітин та інших біологічних функцій. Ці іони рухаються через клітинні мембрани та беруть участь у підтриманні рівноваги води та іонів у рослині, а також регулюють осмотичний тиск та стійкість до стресових умов.

Однак старі частини рослини, такі як старі листки та стебла, можуть містити менше калію, оскільки цей елемент активно перерозподіляється в рослині і сприяє росту та розвитку молодих тканин. Такий перерозподіл калію є важливою адаптацією рослин до змінних умов середовища та стресових факторів [29, 31, 58].

Кукурудза активно засвоює калій протягом періоду активного росту та розвитку, зокрема, це фаза 4-5 листочків аж до цвітіння, коли потреба рослини у калії найвища. Цей елемент має важливе значення для регуляції різних фізіологічних процесів в рослині, зокрема.

Калій допомагає рослинам керувати рухом води та збалансовувати її внутрішній тиск, що особливо важливо для регуляції росту та функціонування клітин в умовах водного стресу [29, 31, 58].

Він також сприяє кращому засвоєнню азоту рослиною та його перерозподілу між різними органами. Це важливо для оптимального росту та розвитку.

А також калій сприяє зміцненню стебел та збільшує стійкість кукурудзи до вилягання під вагою великих качанів.

Високий рівень калію сприяє підвищенню стійкості рослин до стресу від посухи. Він допомагає регулювати водний баланс рослини та зберігати вологу в клітинах, що допомагає рослинам виживати в умовах недостатнього зволоження.

Калійні добрива грають важливу роль у підвищенні врожайності та якісних показників урожаю кукурудзи, особливо в умовах, коли рослини вимагають більше калію, наприклад, під час активного зростання та формування качанів.

Калімагnezія (суміш калійної та магнезійної солей) є добривом, яке містить калій та магній. Воно є важливим для рослин, оскільки калій підвищує стійкість рослин до стресових умов, а магній важливий для багатьох фізіологічних процесів в рослинах. Калімагnezія може бути корисною для кукурудзи, особливо, якщо їй бракує калію чи магнезії.

На формування 1 т зерна кукурудзи необхідно 21-28 кг азоту, 11-14 кг фосфору, 22-32 кг калію, 8-10 магнезії [29, 31].

Магній грає важливу роль у фізіологічних процесах кукурудзи, особливо в аспекті синтезу хлорофілу та утворення амінокислот. Брак магнезії може вплинути на фотосинтез та інші життєві процеси рослини, що може вплинути на врожайність та якість продукції. Тому, важливо враховувати магній при плануванні живлення кукурудзи [31].

Як зазначили, критичний період для магнезії проявляється під час фази вегетації, коли рослина формує качани та запилюється. Для поліпшення магнезійного живлення кукурудзи може бути корисним внесення магнезійних добрив в рекомендованих дозах.

1.3 Вплив рівня мінерального удобрення на урожайність та якість зерна кукурудзи

На наш погляд, на Заході України проведена незначна кількість досліджень, які б вивчали, як впливають різні рівні внесення мінеральних добрив на отриманий урожай гібридів кукурудзи.

Ефективність різних мінеральних добрив та їх вплив на урожайність різних гібридів кукурудзи може варіюватися в залежності від регіону, кліматичних умов, якості ґрунту та інших факторів. Для визначення

оптимальних умов і рекомендацій щодо живлення кукурудзи в конкретному регіоні проводять агрономічні дослідження, які дозволяють визначити, які конкретні види та кількість добрив будуть найбільш ефективними. Ці дослідження можуть включати експерименти з різними гібридами кукурудзи, різними видами добрив, різними дозами та розподілом добрив на полі. Результати таких досліджень надають фермерам та агрономам важливу інформацію для прийняття рішень щодо оптимізації живлення кукурудзи з метою підвищення урожайності та якості продукції.

Бикін А.В. та Тарасенко О.В. вивчали як впливають різних норм міндобрив при прямому висіванні на продуктивність кукурудзи, що є важливими для визначення оптимальних умов вирощування культури. Результати дослідження свідчать, що найвищу урожай та якісні показники зерна було досягнуто за умови внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{80}K_{90}Mg_{60}$. Однак, важливо врахувати, що у порівнянні з аналогічними даними з традиційного обробітку свідчить, що урожайність при прямій сівбі була нижчою на 0,93 тонни на гектар (т/га), маса 1000 зерен становила на 8,09 г менше, а вміст жиру був на 0,37% нижчий, а вміст білка на 1,11% нижчий порівняно з традиційним методом вирощування кукурудзи [12].

Результати досліджень, проведених в умовах Західного Полісся, свідчать про важливість сидерального удобрення та внесення мінеральних добрив для підвищення урожайності кукурудзи. Зокрема, внесення сидерального удобрення забезпечило приріст урожайності зерна кукурудзи в діапазоні від 0,26 до 0,61 тонн на гектар. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{130}P_{100}K_{120}$ призвело до отримання високих результатів з урожайністю в діапазоні від 8,19 до 8,54 т/га зерна, порівняно з контрольним варіантом, де не вносили мінеральні добрива, і отримали 4,89-5,08 т/га зерна. Найвищий показник урожайності становив 10,18 тонн/га і був отриманий при оранці опісля збирання попередника, дискуванні з сидератами та внесенні міндобрив в нормі $N_{130}P_{100}K_{130}$, а також використовували солому і внесли додатково N_{15} на 1 тону соломи. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{110}P_{90}K_{110}$ і

приорювання соломи також призвело до приросту зерна на рівні 0,15-0,17 тонн на гектар [15].

Проведені в Лісостепу України дослідження, підтверджують важливість поживного режиму ґрунту для вмісту основних елементів живлення в урожаї зерна кукурудзи. Зокрема, азот є найбільш важливим елементом живлення для кукурудзи і визначається, як винос урожаєм в діапазоні від 62 до 187 кілограмів на гектар, фосфор також важливий для кукурудзи, і його винос урожаєм становить від 24 до 68 кілограмів на гектар. У ґрунт з листкостебловою масою кукурудзи повертається значна частина азоту (від 31% до 40%), фосфору (від 22% до 29%) і калію (від 81% до 82%), що свідчить про їхню рециркуляцію в рослині. Для утворення 1 тонни зерна кукурудзи з відповідною кількістю листкостеблової маси рослина засвоює азот, фосфор та калій у співвідношенні приблизно 1:0,3:0,8 [34].

Дослідження, проведені Бомбою М.Я. і Бомбою М.І. у фермерському господарстві «Тендеряк В.Ф.» у 2007-2008 роках на чорноземах карбонатних, виявили, що для гібрида Харківський 195 СВ, оптимальна площа живлення за різних норм внесення добрив може бути наступною. Найвищу урожайність отримано при густоті рослин 75 тисяч рослин на гектар. Внесення 40 тонн на гектар змішаного гною та міндобрив у нормі $N_{75-85}P_{75-85}K_{75-85}$ сприяло досягненню найкращих результатів вирощування кукурудзи на зерно на досліджуваному ґрунті [5, 67].

Разом із зростанням врожаю, використання азотних добрив сприяє підвищенню вмісту білка в рослинах та зниженню кількості жиру та крохмалю в них. Наприклад, у дослідях на дерново-слабопідзолистих ґрунтах, проведених на дослідній ділянці кафедри агрохімії Української сільськогосподарської академії, в середньому протягом трьох років внесення сірчаноокислого амонію (60 кг/га азоту) призвело до збільшення урожаю зерна на 3,1 ц/га порівняно з варіантом без добрив. Також спостерігалось підвищення вмісту білка на 1,25% і зниження жиру на 0,52% у врожаї.

Результати досліджень, проведених Присташем І. у 2002-2003 роках,

вказують на вплив внесення мінеральних добрив та гною на врожайність кукурудзи в зерно-буряковій сівоzmіні. В цих дослідженнях використовувався сорт кукурудзи Одеська 10. За результатами досліджень, найвищий урожай зерна кукурудзи склав 6 т/га. Цей результат був досягнутий за внесення повного мінерального добрива ($N_{140}P_{140}K_{200}$) та післядії 30 тонн гною на гектар [53].

Дослідження проводили на Ерастівській дослідній станції Інституту зернового господарства Української академії аграрних наук. Досліди проводилися на чорноземі звичайному та спрямовані на вивчення впливу різних рівнів мінерального добривного живлення на врожайність та якість кукурудзи в умовах конкретного ґрунту. Результати досліджень на чорноземах звичайних з низьким вмістом азоту, середнім вмістом фосфору і високим вмістом калію показали, що оптимальні дози мінеральних добрив варіюються в залежності від стиглості гібрида кукурудзи. В цьому контексті вносити добрива в різний час та в різних кількостях допомагало збільшити врожайність та якість зерна кукурудзи. Для ранньостиглих і середньостиглих гібридів кукурудзи восени під основний обробіток ґрунту рекомендується внести $N_{30}P_{30}$, навесні під передпосівну культивуацію пропонується внести водний розчин КАС-28 дозою N_{30} , під час посіву пропонується внести P_{20} . Для середньо-пізніх гібридів кукурудзи: восени під основний обробіток ґрунту пропонується внести $N_{80}P_{100}K_{80}$, навесні під передпосівну культивуацію рекомендується внести водний розчин КАС-28 дозою N_{30} , під час посіву пропонується внести P_{20} [25, 48].

Норма мінеральних добрив розраховується з урахуванням запланованого урожай і змінюється в залежності від типу ґрунту, попередника рослин, а також використання органічних добрив. Для Лісостепу ця норма становить $N_{80-140}P_{80-100}K_{70-120}$. Всю норму фосфорних і калійних добрив вносять восени під оранку, а азотні вносять під весняну культивуацію (80-90%), решту використовують для підживлення під час вегетації. Для забезпечення рослин кукурудзи магнієм рекомендується використовувати

калімагnezію, в якій міститься 6-8% магнію і 28% калію [33].

Рекомендації Мокрієнко В.М. та інших дослідників щодо норм внесення мінеральних добрив під кукурудзу для досягнення певних врожайностей зерна і силосу можуть бути корисними для різних регіонів та ґрунтових умов. Враховуючи вказані рекомендації, основні норми добрив для вирощування кукурудзи на зерно (6-8 т/га) та силос (40-50 т/га) в різних регіонах можуть бути наступними: для зони Полісся і Західного Лісостепу на сірих лісових та дерново-підзолистих легкосуглинкових ґрунтах (для зерна $N_{130}P_{100}K_{100}$, для силосу $N_{180}P_{90}K_{90}$), для зони Лісостепу на сірих лісових, чорноземах опідзолених, а також на чорноземах глибоких середньосуглинкових (для зерна $N_{140}P_{120}K_{120}$, для силосу $N_{160}P_{120}K_{120}$) [44].

Застосування добрив в різних зонах України на різних типах ґрунтів під час вирощування кукурудзи є важливою практикою для підвищення врожайності та якості урожаю. Це підтверджується результатами досліджень і наукової літератури, які вказують на високу ефективність правильної агротехніки та добрив при вирощуванні кукурудзи на зерно різних гібридів. Різні рекомендації щодо норм добрив та співвідношення NPK можуть бути корисними в залежності від регіональних умов та типів ґрунтів. Важливо враховувати тип ґрунту, гібрид кукурудзи і агрокліматичні умови.

Використання мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}$ призвело до значного збільшення врожайності ранньостиглих гібридів на 21-22%, середньоранніх на 19-21%, і середньостиглих на 18-20%. Підвищення норм добрив також сприяло збільшенню вмісту білка у зерні кукурудзи, майже не впливаючи при цьому на кількість жиру та клітковини [34].

Огляд літературних джерел показує на високу ефективність застосування добрив в різних зонах України на різних ґрунтах під час основного удобрення та підживлення за вирощування кукурудзи на зерно різних гібридів.

Розділ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Опис умов проведення досліджень

Центральна садиба *** розташована в селі Підбірці Личаківського району міста Львова в зоні Лісостепу західного. У господарстві високоякісна мережа польових доріг. Торгова марка "Родинна Ковбаска" спеціалізується на виробництві сільськогосподарської продукції, свиней та великої рогатої худоби. Корпорація ***, почавши з маленького ковбасного цеху в 1998 році з вісьмома працівниками, стала сучасним вертикально інтегрованим господарством із понад тисячею робочих місць.

Продукція ТМ "Родинна Компанія" та "Хліборія" доступна через фірмові торгові точки у 11 областях України. Господарство має свої поля біля міста Радехів та сіл Ожидів, Ямпіль, Дубляни (Самбірський район).

В господарстві вирощують такі культури: пшеницю озиму, соняшник, сою, ріпак озимий і ярий, кукурудзу на зерно і на силос.

2.2 Аналіз метеорологічних умов проведення досліджень

Польові дослідження проводили в господарстві *** Львівського району Львівської області.

*** знаходиться в зоні Лісостепу Західного. Клімат помірно континентальний: літо не надто спекотне, зима м'яка, і є достатня кількість опадів. Приплив холодного повітря з півночі призводить до ранніх осінніх і пізніх весняних заморозків. Морські потоки теплого повітря з заходу значно впливають на кліматичні умови. Більше третини річної кількості опадів випадає влітку під час вегетації рослин, іноді спостерігається надлишкове зволоження. Засушливі роки тут відбуваються рідше. Сума активних температур під час вегетаційного періоду коливається в межах 2200-2400°C.

Період із середньодобовою температурою більше 10°C триває від 150 до 165 днів, заморозки весною закінчуються наприкінці квітня-середині травня, а ранні осінні настають на початку жовтня [20].

У середньому, вологість повітря становить 70-80%, але влітку вона може зменшуватись до 50-60%. Це зниження буває тимчасовим і не має негативного впливу на зростання рослин.

Під час проведення досліджень у 2022-2023 роках, коли ми вивчали ефективність добрив під кукурудзу, нами також зверталась увага на погодні умови. Це дозволило нам краще зрозуміти, як зміни погоди впливають на врожайність і якість кукурудзи. Дані за розподілом температури повітря і опадів у 2022-2023 роках подані в таблицях 2.1, 2.2.

В таблиці 2.1 і 2.2 подана температура повітря і розподіл атмосферних опадів по місяцях.

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

| Рік | Місяць | | | | | | | | | | | | Середньорічна |
|--------------------------------------|--------|-------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|---------------|
| | Січень | Лютий | Березень | Квітень | Травень | Червень | Липень | Серпень | Вересень | Жовтень | Листопад | Грудень | |
| Середня багаторічна | -2,7 | -2,1 | 1,8 | 8,5 | 13,9 | 16,7 | 18,4 | 17,8 | 13,2 | 8,2 | 2,6 | -1,6 | 7,9 |
| 2022 | -0,9 | 1,2 | 4,2 | 6,6 | 14,2 | 19,2 | 19,3 | 20,1 | 12,3 | 8,8 | 2,2 | 0,3 | 9,8 |
| 2023 | 1,9 | 0,2 | 4,7 | 7,5 | 13,9 | 17,1 | 19,8 | 21,2 | 14,2 | 9,3 | - | - | - |
| Відхилення від середніх багаторічних | | | | | | | | | | | | | |
| 2022 | 1,8 | 3,3 | 2,4 | -1,9 | 0,3 | 2,5 | 0,9 | 2,3 | -0,9 | 0,6 | -0,4 | 1,9 | 1,9 |
| 2023 | 4,6 | 2,3 | 2,9 | -1 | 0 | 0,4 | 1,4 | 3,4 | 1 | 1,1 | - | - | - |

Як видно з даних таблиці 2.1 середня багаторічна температура повітря за вегетаційний період (травень-вересень) становила 16,0°C. В 2022 році середньомісячна температура повітря (травень-вересень) за даними Львівської

метеостанції становила 17,0°C, що на 1,0°C вище середньої багаторічної за вегетаційний період. В 2023 році найвища середньомісячна температура повітря становила 21,2°C у серпні, що на 3,4°C вище середньої багаторічної. В 2023 році за вегетаційний період середня місячна температура була 17,1°C, що на 1,2°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 | 52 | 90 | 88 | 96 | 77 | 67 | 52 | 49 | 47 | 747 |
| 2022 | 65 | 26 | 16 | 68 | 22 | 43 | 89 | 67 | 137 | 15 | 35 | 45 | 587 |
| 2023 | 50 | 63 | 67 | 61 | 28 | 107 | 121 | 58 | 74 | 42 | - | - | - |
| Відхилення від середніх багаторічних | | | | | | | | | | | | | |
| 2022 | 25 | -18 | -29 | 16 | -68 | -45 | -7 | -10 | 70 | -37 | -14 | -2 | -160 |
| 2023 | 10 | 19 | 22 | 9 | -62 | 19 | 25 | -19 | 7 | -10 | - | - | - |

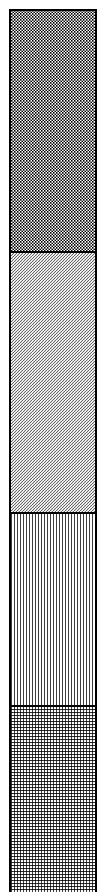
В таблиці 2.2 показано розподіл атмосферних опадів по місяцях (за даними Львівської метеостанції). Середні багаторічні дані суми атмосферних опадів за вегетаційний період (травень-вересень) становила 418 мм. В 2022 році сума опадів за вегетацію становила 359 мм, що на 59,0 мм менше в порівнянні з середніми багаторічними. Впродовж періоду вегетації кукурудзи у 2023 році найбільше опадів випало за червень місяць 107 мм і липень – 121 мм, а за вегетацію випало 388 мм.

Загалом, погодні умови були сприятливі для вирощування основних сільськогосподарських культур в господарстві, зокрема кукурудзи.

2.3 Опис ґрунту дослідної ділянки

Дослідження проводили впродовж 2022–2023 років у *** Львівського району Львівської області в зоні Лісостепу Західного на темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Ці темно-сірі опідзолені ґрунти утворилися переважно у лісах з розрідженим світлом, де трав'яний покрив добре розвинений. Опідзолення виявляється не так виразно, порівняно з сірими ґрунтами, але процеси утворення гумусу посилюються. У результаті верхня частина ґрунту має багатий гумусом шар, а нижня – менш гумусований. За своїми характеристиками подібні до чорноземів опідзолених. Вони мають темніше забарвлення і глибший шар гумусу (до 50–70 см) [26]. Темно-сірі опідзолені ґрунти мають наступну генетико-морфологічну будову профілю (рис. 2.1).



NE (0 – 35 см), гумусово-елювіальний горизонт, темно-сірий, збагачений на борошністу присипку SiO_2 , грудочкувато-зернистий, а в освоєних ґрунтах брилистий, в орному шарі та пилувато-плитчастий – в підорному, перехід ясний;

NI (36 – 70 см), гумусово-ілювіальний горизонт, темно-сірий з червонувато-бурим відтінком, горіхуватий, натіки R_2O_3 , щільний, з рідкими червоходами, пустотами від колишніх коренів дерев'яної рослинності, перехід ясний;

I (71 – 130 см), ілювіальний горизонт, червонувато-бурий або бурий, призматичний, на гранях структурних окремоостей червоно-буре колоїдне лакування, щільний, натіки R_2O_3 , перехід поступовий;

P(k) (>131 см), материнська порода – бурувато-пальовий або пальовий лес; карбонати у формі прожилок або псевдоміцелію чи журавчиків.

Рис. 2.1 Морфологічна будова профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту

Агрохімічні властивості в НЕ (0 – 35 см) темно-сірого опідзоленого ґрунту наступні: вміст гумусу (за І.В. Тюріним) 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

Полеві дослідження з тематики кваліфікаційної роботи проводили в господарстві *** Львівського району Львівської області.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений. Орний шар з вмістом гумусу 2,8%, рН = 6,6, вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) 118 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф.В. Чиріковим) відповідно – 99 мг і 123 мг на 1 кг ґрунту.

За групуванням ґрунтів даний ґрунт за вмістом азоту відносять до другої групи – низький вміст, за фосфором до третьої групи – середній вміст і калієм до четвертої групи – підвищений вміст.

Схема досліду включала такі варіанти:

1. Контроль – без добрив;
2. $N_{80}P_{70}K_{60}$;
3. $N_{100}P_{80}K_{80}$;
4. $N_{100}P_{90}K_{120} + N_{20}$ (3-5 листків);
5. $N_{100}P_{100}K_{120} + N_{40}$ (3-5 листків).

Загальна площа ділянки досліду – 130 м², облікова – 100 м². Повторність чотирикратна з систематичним розміщення варіантів досліду.

Азотні добрива у формі карбаміду (46% азоту) вносили в передпосівну культивуацію та у формі аміачної селітри (34% азоту) в підживлення (у фазі 3-5 лисків). Фосфорні у формі гранульованого суперфосфату (19% фосфору) і калійні добрива у формі калімаг з вмістом калію 38% і магнію 12% вносили

восени під зяблеву оранку.

Попередником кукурудзи був ячмінь озимий. В досліді висівали гібрид кукурудзи ***. Агротехніка на ділянках досліді загальноприйнята для зони Лісостепу Західного.

До завдань досліджень входили питання з вивчення впливу системи удобрення на ріст і розвиток рослин, динаміку вмісту азоту, фосфору і калію в темно-сырому опідзоленому ґрунті, показники структури врожаю (довжина качана і його діаметр, кількість зерен в качані, маса 1000 зерен), показники якості зерна кукурудзи (вміст білка, жиру, крохмалю, клітковини).

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин і відповідні обліки та вимірювання рослин проводили за прийнятими загальними методиками спостережень. За ростом і розвитком рослин відмічали наступні фази: сходи, 4-5 листків, 9-10 листків, викидання волотей, воскова стиглість і дозрівання.

Облік урожаю зерна здійснювали суцільним методом прямого обмолоту у фазі повної стиглості зерна. Результати урожайних даних аналізували статистичними методами за рекомендованою методикою [17].

Показники якості зерна кукурудзи визначали за такими методиками: вміст білка – за методикою Барнштейна (ГОСТ 10846-91), жиру – методом знежиреного залишку, крохмалю – поляриметричним методом за Еверсом, клітковину – методом Генеберга і Штомана, масу 1000 насінин – двома наважками по 500 зернин (ГОСТ 10842-89) [17, 42].

Методи закладання і проведення польових дослідів та виконання аналізів в ґрунтових і рослинних зразках відповідали ДОСТ 46-2374. Відбір ґрунтових і рослинних зразків проводили згідно з ДОСТ 2762 та загальних вимог до проведення агрохімічних аналізів ДОСТ 29269-91. Дослідження базувались на використанні сучасних лабораторних методів аналізу [17, 42].

Вміст лужногідролізованого азоту визначали в ґрунті за Корнфільдом, рухомого фосфору і обмінного калію за Чиріковим [2, 35].

Розрахунок економічної та енергетичної ефективності застосування різних

норм мінеральних добрив під кукурудзу розраховували за результатами проведених досліджень згідно технологічної карти на основі сучасних цін 2023 року [39].

2.5 Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

Агротехніка вирощування – загальноприйнята для західної частини Лісостепу України крім агротехнічних заходів, що були досліджені.

Попередник – ячмінь озимий. Після збирання попередника проводили дискування на глибину 7-9 см та зяблеву оранку на глибину 23-25 см, з внесенням фосфорних та калійних добрив у формі гранульованого суперфосфату та калімагу. Навесні проводили передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння. Під передпосівний обробіток вносили азотні добрива у формі карбаміду, а в підживлення аміачну селітру.

Під час посіву використовували протруйник Максим XL 035 FS т.к.с. з нормовою витрати препарату 1 л/т насіння, щоб контролювати стеблові й кореневі гнилі, пліснявіння насіння, фузаріоз.

При правильному застосуванні ґрунтових і післясходової дії гербіцидів дає змогу не застосовувати механічні заходи догляду за посівами.

До появи сходів рослин кукурудзи для боротьби з однорічними злаковими і дводольними бур'янами та деякими багаторічними дводольними бур'янами використовували гербіцид Стомп 330, КЕ (330 г/л Пендиметалін) з нормою 3-6 л/га.

Проти однорічних і багаторічних злакових і дводольних бур'янів використовували Таск Екстра РК (23 г/л римсульфурон, 92 г/кг, 550 г/кг дикамба) від 3 до 7 листків в нормі витрати препарату 400-440 г/га.

Сівбу районованим для Лісостепу гібридом *** проводили в першій декаді травня, керуючись сприятливими температурними показниками ґрунту сівалкою SPM 6 на глибину 4-5 см з шириною міжрядь 70 см та нормою висіву 70-80 тис. насінин на 1 га.

Від кукурудзяного стеблового метелика, бавовникової совки, попелиці використовували Радіант, к.с. (120 г/л спінеторам) з нормою внесення препарату 0,3-0,5 л/га.

Від іржі, гельмінтоспориозу використовували Аканто плюс, к.с. (80 г/л ципроконазол, 200 г/л пікоксистробін) з нормою внесення 0,75-1,0 л/га.

Збирання врожаю товарної кукурудзи проводили комбайном John Deere за вологості зерна 28-30%.

Гібрид *** відноситься до ранньостиглого. Має відмінну стійкість проти посухи, швидка вологовіддача зерна. Качан з обгортками, що швидко відкриваються в поєднанні з високим вмістом борошністого крохмалю в зерні. Максимальна генетична стійкість проти фузаріозу качана. Рекомендовані зони вирощування – Полісся, Лісостеп, Степ України. Тип зерна кременисто-зубовидна. Висота рослин – середньої висоти. Кількість рядів зерен – 14-16, кількість зерен у ряду – 26-30 шт. Потенційна урожайність – 1,6 т/га. Вологовіддача – 9. Стійкість до посухи – 9; до вилягання – 7; до гельмінтоспориозу – 7; до фузаріозу стебла – 6; до фузаріозу качана – 8.

Рекомендована щільність перед збором: за сприятливих умов – 90 тис. рослин/га; за несприятливих умов – 70 тис. рослин/га [27].

Розділ 3

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

3.1 Вплив рівня мінерального удобрення на агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту

Органічні та мінеральні добрива є важливими інструментами для підвищення родючості ґрунту і оптимізації живлення рослин. Внесення добрив дає можливість досягти наступних важливих цілей: допомагає забезпечити рослини необхідними макро- та мікроелементами, такими як азот, фосфор, калій, залізо, інші мінерали і органічні речовини; органічні добрива, такі як компост або гній, можуть покращити структуру ґрунту, збільшити вміст органічного вуглецю і сприяти мікробіологічним процесам, що покращують родючість; мінеральні добрива можуть використовуватися для регулювання рівня рН ґрунту, що важливо для оптимальної доступності поживних речовин; може впливати на якість та кількість урожаю. Оптимально підібрані добрива можуть покращити врожайність та зменшити втрати [15]

Наукові дослідження, які проводилися як в Україні, так і за кордоном, підтвердили, що використання добрив може призвести до значного збільшення врожаю сільськогосподарських культур. Цей приріст врожаю внаслідок добрив перевищує внесок інших факторів, таких як якість насіння, обробіток ґрунту та захист від шкідників. Однак важливо відзначити, що конкретний приріст врожаю від добрив може суттєво змінюватися в залежності від умов ґрунту та клімату. Наприклад, в Поліській зоні вирощування врожаю за допомогою добрив може призвести до близько 58% більшого врожаю, у Лісостеповій зоні – 42%, у вологому Степу – 13%, тоді як у сухому степу цей приріст обмежується 12% [12, 15].

Зупинення дії державних програм щодо підвищення родючості ґрунтів може призвести до погіршення стану ґрунтів і вплинути на врожайність

сільськогосподарських культур. Однак за допомогою аграрної науки і сучасних підходів до ведення сільського господарства є можливість знайти альтернативні шляхи керування розвитком та ростом рослин, для досягнення високих врожаїв кукурудзи та підвищення якості зернової продуктивності. Спільна робота аграрних вчених, фермерів та сільськогосподарських підприємств може допомогти розв'язати ці важливі завдання і досягти високих врожаїв кукурудзи з високою якістю продукції [62, 73].

В таблиці 3.1 наведені агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту до закладки польового дослідження і перед збиранням врожаю.

Таблиця 3.1 – Вплив удобрення на агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого (середнє за 2022-2023 рр.), мг на 1 кг ґрунту

| Варіант дослідження | Лужногідро-лізований азот | Рухомий фосфор | Обмінний калій |
|--|-----------------------------------|----------------|----------------|
| | до закладки польового дослідження | | |
| | 118 | 99 | 123 |
| | перед збиранням врожаю | | |
| Контроль – без добрив | 111 | 87 | 110 |
| N ₈₀ P ₇₀ K ₆₀ | 129 | 103 | 123 |
| N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀ | 139 | 116 | 127 |
| N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀ + N ₂₀ | 143 | 121 | 129 |
| N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ | 147 | 126 | 134 |

За результатами лабораторних аналізів встановлено (табл. 3.1), що до закладки польового дослідження вміст азоту становив 118 мг/кг ґрунту (низький), рухомого фосфору 99 мг/кг ґрунту і обмінного калію 123 мг/кг ґрунту.

На контролі вміст азоту, фосфору і калію перед збиранням врожаю був дещо нижчим, а саме: азоту на 7 мг/кг ґрунту, фосфору на 12 мг/кг ґрунту і калію на 13 мг/кг ґрунту. За внесення мінеральних добрив в нормі N₆₀P₅₀K₄₀ у другому варіанті дослідження азот підвищився на 18 мг/кг ґрунту, фосфору на 16 мг/кг ґрунту і калію на 13 мг/кг ґрунту. Найвищий вміст лужногідролізо-

ваного азоту, рухомого фосфору одержали у варіанті за удобрення в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} . Так, у цьому варіанті досліду був найвищим вміст лужногідролізованого азоту 147 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 126 мг/кг ґрунту і обмінного калію 134 мг/кг ґрунту.

Одержані результати дозволяють стверджувати, що внесення під кукурудзу в нормі $N_{100}P_{100}K_{120} + N_{40}$ (всю норму фосфорних і калійних добрив внесено восени під оранку, а азотні внесені весною під передпосівну культивуацію і у підживлення) дало позитивні результати.

3.2 Проходження фаз вегетації кукурудзи залежно від впливу мінеральних добрив

Кукурудза є найбільш врожайною та здатною рости на родючих, добре дренованих ґрунтах з високою аерацією, яка допомагає кореням отримувати необхідну кількість кисню та води. Рослина має сильно розгалужену кореневу систему, яка добре адаптована до вбирання поживних речовин протягом всього свого життєвого циклу. Особливо важливо зазначити, що кукурудза має надзвичайну здатність вбирати азот, фосфор та калій з ґрунту, в півтора рази більше, ніж інші зернові культури. Ці поживні речовини особливо важливі для рослини перед її цвітінням, коли відбувається активний ріст качану та заповнення зерна [46].

Починаючи з початкової фази росту, проростки кукурудзи поживу беруть з запасів ендосперми та з поживних речовин, які вбираються з ґрунту через зародкові корінці. Пізніше перший міжвузольний корінь відмирає, і рослина починає отримувати поживні речовини через повітряні корінці, які розташовані поблизу вузла колеоптилів або ж знаходяться вище. Цей процес особливо важливий для живлення кукурудзи, і внесення органічних та мінеральних добрив створює оптимальні умови для розвитку молодих проростків. Поживні речовини, які надходять з добрив, допомагають рослині зміцнити свою кореневу систему та підготуватися до активного росту та

розвитку в подальшому [46, 58].

Тривалість вегетаційного періоду є важливим фактором для вирощування кукурудзи в певних ґрунтово-кліматичних зонах. Вибір гібриду кукурудзи з певним вегетаційним періодом є ключовим для досягнення успішних врожаїв в конкретній місцевості.

У Лісостепу України оптимальним вважається гібрид з вегетаційним періодом 100-110 днів, оскільки цей період відповідає умовам клімату та дозволяє отримати гарний врожай кукурудзи. Також важливо враховувати суму ефективних температур, яку кукурудза потребує протягом вегетаційного періоду, яка становить до 800 °С. Ця сума температур допомагає визначити оптимальний гібрид для конкретного регіону.

Важливою перевагою вирощування кукурудзи зі скороченим вегетаційним періодом є можливість зменшити витрати на сушіння зерна, оскільки рослини закінчують свій цикл швидше і зерно зазвичай має вологість ближчу до оптимальної для зберігання [47].

Дати проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин кукурудзи за період вегетації у 2022 роках наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вплив удобрення на проходження фенологічних фаз розвитку кукурудзи у 2022 році

| Варіант досліджу | Фаза росту і розвитку рослин | | | | | |
|--|------------------------------|-------------|--------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| | Сівба | 4-5 листків | 9-10 листків | ВВ викидання волотей | ВС воскова стиглість | Збирання врожаю |
| Контроль – без добрив | 04.05 | 02.06 | 07.06 | 09.07 | 25.08 | 09.09 |
| N ₈₀ P ₇₀ K ₆₀ | 04.05 | 02.06 | 08.06 | 10.07 | 26.08 | 09.09 |
| N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀ | 04.05 | 02.06 | 09.06 | 11.07 | 27.08 | 09.09 |
| N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀ + N ₂₀ | 04.05 | 02.06 | 09.06 | 12.07 | 28.08 | 09.09 |
| N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ | 04.05 | 02.06 | 10.06 | 13.07 | 29.08 | 09.09 |

У 2022 році сівбу гібриду MAS 15 Т провели 4 травня (табл. 3.2).

3 червня у 2022 році, на 29 добу після сівби, наступала фаза 4-5 листків. Фаза 9-10 листків за варіантами з мінеральним удобренням в нормі $N_{100-140}P_{80-100}K_{80-120}$ наступала на 2-3 доби пізніше контролю. Фаза росту і розвитку рослин кукурудзи «викидання волотей» наступала від 10 до 13 липня залежно від варіантів удобрення. За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{80}K_{80}$ фаза воскової стиглості наступала на 2 доби пізніше контрольного варіанту, за внесення $N_{100}P_{90}K_{100}$ та у підживлення N_{20} на 3 доби пізніше контрольного варіанту, а за внесення $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} на 4 доби пізніше контрольного варіанту.

Для доброго зберігання зерна у 2022 році збір врожаю проводили 9 вересня з вологістю зерна меншою за 28%.

Проходження періодів вегетації кукурудзи залежно від удобрення у 2023 році наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Фенологічні спостереження за ростом і розвитком кукурудзи у 2023 році

| Варіант досліджу | Фаза росту і розвитку рослин | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|-------------|--------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| | Сівба | 4-5 листків | 9-10 листків | ВВ викидання волотей | ВС воскова стиглість | Збирання врожаю |
| Контроль – без добрив | 03.05 | 02.06 | 07.06 | 08.07 | 24.08 | 08.09 |
| $N_{80}P_{70}K_{60}$ | 03.05 | 02.06 | 09.06 | 08.07 | 25.08 | 08.09 |
| $N_{100}P_{80}K_{80}$ | 03.05 | 02.06 | 09.06 | 09.07 | 26.08 | 08.09 |
| $N_{100}P_{90}K_{100} + N_{20}$ | 03.05 | 02.06 | 10.06 | 10.07 | 27.08 | 08.09 |
| $N_{100}P_{100}K_{120} + N_{40}$ | 03.05 | 02.06 | 10.06 | 11.07 | 28.08 | 08.09 |

У 2023 році сівбу кукурудзи гібриду *** провели 3 травня (табл. 3.3). За усіма варіантами досліджу фаза розвитку рослин «4-5 листків» наступила 3

червня, після сівби на 30 добу. Фаза «9-10 листків» в другому, третьому та п'ятому варіантах з мінеральним удобренням на 2-3 доби пізніше контролю. Така ж закономірність відмічена і у фазу викидання волоті.

Фаза «викидання волотей» наступала за варіантами досліду 8-11 липня.

Фаза «воскова стиглість» наступала за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{80}P_{70}K_{60}$ на 1 добу пізніше контролю, за внесення $N_{100}P_{80}K_{80}$ на 2 доби пізніше контролю, за внесення $N_{100}P_{90}K_{100}$ та у підживлення N_{20} на 3 доби пізніше контролю, за внесення $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} на 4 доби пізніше контролю.

Збирали кукурудзу у 2023 році 8 вересня з вологістю зерна меншою 28%.

Отже, за результатами досліджень встановлено, що період проходження фаз росту і розвитку рослин не тільки залежить від кліматичних умов, але і від рівня мінерального удобрення кукурудзи. Так, між нормою добрив і тривалістю періоду вегетації існує пряма залежність: із збільшенням рівня мінерального удобрення, особливо азотного, продовжується вегетація рослин.

3.3 Вплив удобрення на висоту рослин кукурудзи

Швидкість росту у висоту кукурудзи дійсно залежить від умов навколишнього середовища, і в різні роки можуть спостерігатися відмінності в рості рослин. Зазвичай найінтенсивніший приріст висоти спостерігається протягом перших 20-24-х днів вегетації та за короткий період (6-8 днів) перед викиданням кукурудзою волотей. Після цього етапу приріст рослин у висоту сповільнюється [46].

Основним чинником, що впливає на ріст рослин кукурудзи, є рівень мінерального удобрення. Добрива, які вносяться у початкових стадіях вегетації, дійсно сприяють швидкому росту і розвитку рослин, а також сприяють розвитку їх кореневої системи [58].

За результати досліджень, у середньому за два роки, встановлено, що висота рослин кукурудзи залежить від удобрення (таблиці 3.4).

Таблиця 3.4 – Висота рослин кукурудзи залежно від рівня мінерального удобрення (середнє за 2022-2023 рр.), см

| Варіант досліду | Фази розвитку | | | |
|--|---------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| | 9-10 листків | ВВ викидання волотей | ВС воскова стиглість | Повна стиглість |
| Контроль – без добрив | 87 | 185 | 197 | 210 |
| N ₈₀ P ₇₀ K ₆₀ | 92 | 197 | 206 | 219 |
| N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀ | 99 | 200 | 209 | 222 |
| N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀ + N ₂₀ | 95 | 203 | 212 | 225 |
| N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ | 97 | 205 | 214 | 227 |

За результатами біометричних вимірювань (табл. 3.4) відмічені, у середньому за роки досліджень, найвищі рослини у варіанті досліду за внесення мінеральних добрив в нормі N₁₀₀P₁₀₀K₁₂₀ та у підживлення N₄₀. Так, у фазі «9-10 листків» висота рослин становила 97 см, «викидання волотей» – 205 см, «вискова стиглість» – 214 см і «повна стиглість» – 227 см.

У контрольному варіанті (без добрив) висота рослин була найнижчою і становила у фазі «9-10 листків» – 87 см, «викидання волотей» – 188 см, «вискова стиглість» – 197 см і «повна стиглість» – 210 см.

Отже, проведеними біометричними вимірюваннями встановлено, що найвищими рослини були у варіанті за внесення добрив в нормі N₁₀₀P₁₀₀K₁₂₀ та у підживлення N₄₀ при співвідношенні азоту, фосфору і калію 1,00 : 0,71 : 0,86.

3.4 Продуктивність кукурудзи залежно від рівня удобрення

Формування високої урожайності кукурудзи залежить від певних структурних показників. Щоб досягти максимального врожаю та високої якості кукурудзи, важливо оптимально узгоджувати такі параметри, як розмір і форма качана, кількість зерен на качані та маса 1000 зерен. Ці показники грають важливу роль у визначенні врожайності та якості кукурудзи [58].

Величина качанів на рослинах кукурудзи, мало змінювалася залежно від удобрення (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 – Вплив удобрення на показники структури врожаю кукурудзи (середнє за 2022-2023 рр.)

| Варіант досліджу | Довжина качана, см | Діаметр качана, см | Кількість зерна в качані, шт | Маса 1000 зерен, г |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Контроль – без добрив | 14,4 | 4,0 | 491 | 246 |
| N ₈₀ P ₇₀ K ₆₀ | 16,6 | 4,2 | 501 | 357 |
| N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀ | 17,7 | 4,4 | 514 | 368 |
| N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀ + N ₂₀ | 18,7 | 4,6 | 525 | 377 |
| N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ | 19,8 | 4,9 | 537 | 388 |

Найбільший діаметр качана 4,9 см відмічено у варіанті за внесення мінеральних добрив в нормі N₁₀₀P₁₀₀K₁₂₀ та у підживлення N₄₀. У другому, третьому і четвертому варіантах діаметр качана був дещо нижчим і відповідно становив 4,2, 4,4 і 4,6 см.

Довжина качана 19,8 см максимальною була у п'ятому варіанті досліджу і мінімальною 14,4 см – на контролі. За варіантами досліджу спостерігається тенденція до збільшення довжини качана у варіантах із збільшенням норми мінеральних добрив від N₈₀P₇₀K₆₀ до N₁₀₀P₁₀₀K₁₂₀ та у підживлення N₄₀. У п'ятому варіанті досліджу цей показник був найвищим і становив 19,8 см.

Кількість зерен в качані також була різною залежно від рівня мінерального удобрення. Найбільша кількість зерен у качані 537 штук була у варіанті за внесення добрив в нормі N₁₀₀P₁₀₀K₁₂₀ та у підживлення N₄₀, що на 46 штук більше контрольного варіанту досліджу. У четвертому варіанті досліджу за внесення норми мінеральних добрив N₁₀₀P₉₀K₁₀₀ та у підживлення N₂₀ кількість зерен у качані становила 525 штук, що на 34 штук більше контрольного варіанту. У третьому варіанті досліджу за внесення норми мінеральних добрив N₁₀₀P₈₀K₈₀ кількість зерен у качані становила 514 штук, що

на 23 штук більше контрольного варіанту. У другому варіанті досліду за внесення норми мінеральних добрив $N_{80}P_{70}K_{60}$ кількість зерен у качані становила 501 штук, що на 10 штук більше контрольного варіанту.

Маса 1000 зерен є одним із важливих показників структури. Найвищу масу 1000 зерен 388 г одержали у варіанті досліду за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} , що на 142 г більше контролю. У четвертому варіанті досліду за внесення норми мінеральних добрив $N_{100}P_{90}K_{100}$ та у підживлення N_{20} маса 1000 зерен становила 377 штук, що на 131 штук більше контролю. У третьому варіанті досліду за внесення норми мінеральних добрив $N_{100}P_{80}K_{80}$ кількість зерен у качані становила 368 штук, що на 122 штук більше контрольного варіанту. У другому варіанті досліду за внесення норми мінеральних добрив $N_{80}P_{70}K_{60}$ кількість зерен у качані становила 357 штук, що на 111 штук більше контрольного варіанту.

Отже, найвищі показники структури врожаю одержали у варіанті за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} : діаметр качана 4,9 см, довжина качана 19,8 см, кількість зерна в качані 537 шт, маса 1000 зерен 388 г.

3.5 Урожайність зерна кукурудзи залежно від рівня мінерального удобрення

Кукурудза отримує необхідні поживні речовини з ґрунту, але ці елементи повинні бути доступні для неї в легкодоступній формі, і рослина повинна мати достатньо вологи та добре розвинену кореневу систему. Для визначення, скільки та які добрива потрібно внести в ґрунт, важливо враховувати такі аспекти: яку культуру вирощували на цьому полі раніше, скільки поживних речовин є в ґрунті, і які особливості має обраний гібрид кукурудзи. Ця інформація допоможе оптимізувати процес внесення добрив для забезпечення найкращого росту та врожайності кукурудзи [46].

Для вирощування кукурудзи на зерно важливо правильно дозувати та

збалансовувати азот, фосфор та калій в добривах.

Терміни та методи внесення добрив грають важливу роль у збільшенні врожайності кукурудзи.

Результати впливу норм мінеральних добрив на урожайність кукурудзи у 2022-2023 роках наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Вплив норм мінеральних добрив на врожайність зерна кукурудзи, т/га

| Варіант досліджу | Урожайність, т/га | | | Приріст до контролю | |
|--|-------------------|---------|---------|---------------------|------|
| | 2022 р. | 2023 р. | середнє | т/га | % |
| | | | | | |
| Контроль – без добрив | 4,88 | 4,61 | 4,81 | - | - |
| N ₈₀ P ₇₀ K ₆₀ | 6,19 | 6,07 | 6,13 | 1,32 | 27,4 |
| N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀ | 7,83 | 8,19 | 8,01 | 3,20 | 66,5 |
| N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀ + N ₂₀ | 8,56 | 8,26 | 8,41 | 3,60 | 74,8 |
| N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ | 9,18 | 8,96 | 9,07 | 4,26 | 88,6 |
| НІР ₀₅ т/га | 0,19 | 0,27 | | | |

За результатами досліджень найбільшу урожайність 9,07 т/га, у середньому за два роки досліджень, з приростом до контролю 4,26 т/га, або 88,6% одержали у варіанті досліджу за внесення мінеральних добрив в нормі N₁₀₀P₁₀₀K₁₂₀ та у підживлення N₄₀ (табл. 3.6). У варіанті досліджу за норми мінеральних добрив N₁₀₀P₉₀K₁₀₀ та у підживлення N₂₀ одержали 8,41 т/га зерна кукурудзи, що на 3,60 т/га більше від контрольного варіанту. За внесення мінеральних добрив в нормі N₁₀₀P₈₀K₈₀ урожайність становила 8,01 т/га з приростом урожайності 3,20 т/га або 66,5%. За внесення удобрення в нормі N₈₀P₇₀K₆₀ урожайність була вищою на 1,32 т/га, або на 27,4%. У контрольному варіанті одержали найнижчу урожайність 4,81 т/га.

Проведена статистична обробка обробка урожайності дисперсійним методом підтверджує їх достовірність (додаток Б, В).

На рис. 3.1, 3.2 і 3.3 наведений кореляційно-регресійний аналіз.

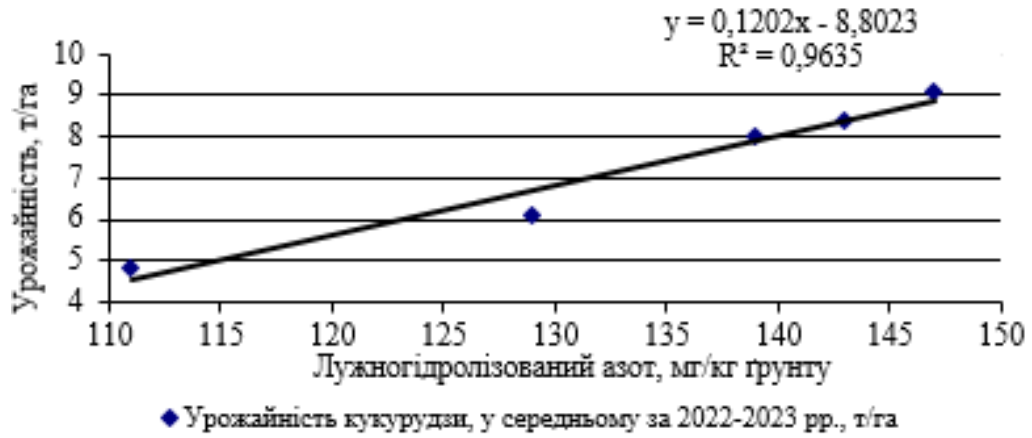


Рис. 3.1. Залежність урожайності кукурудзи від вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту

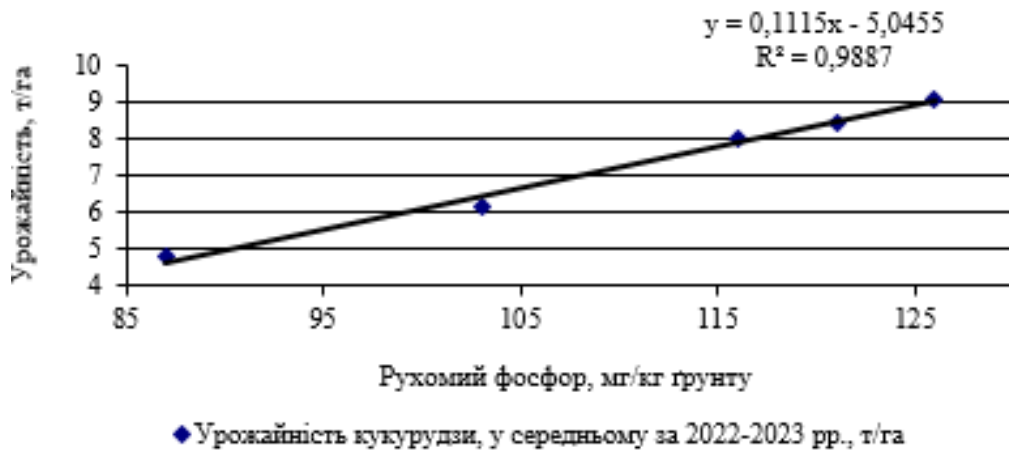


Рис. 3.2. Залежність урожайності кукурудзи від вмісту в ґрунті рухомого фосфору

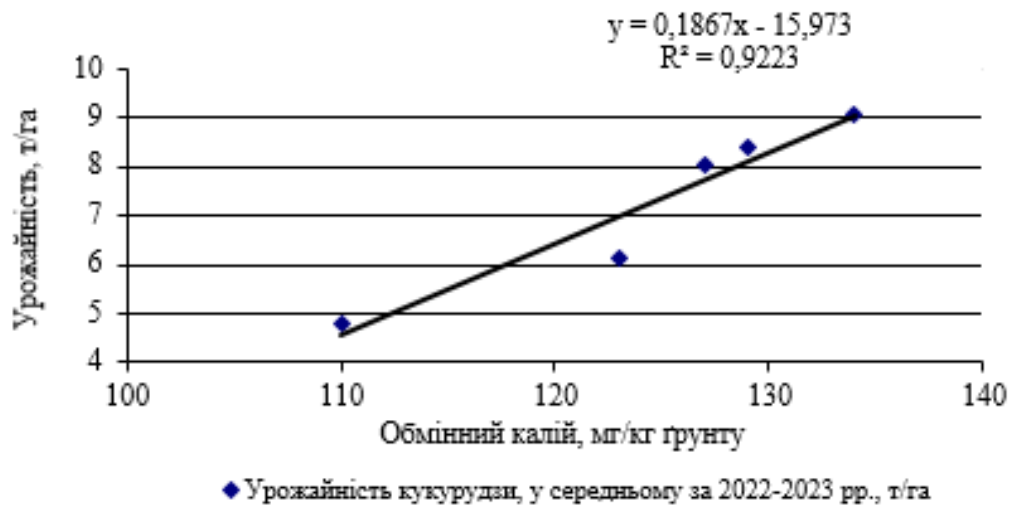


Рис. 3.3. Залежність урожайності кукурудзи від вмісту в ґрунті обмінного калію

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 ($R^2 = 0,92$) від обмінного калію.

На рисунках 3.4, 3.5, 3.6 і 3.7 наведені залежності урожайності від показників продуктивності колоса.

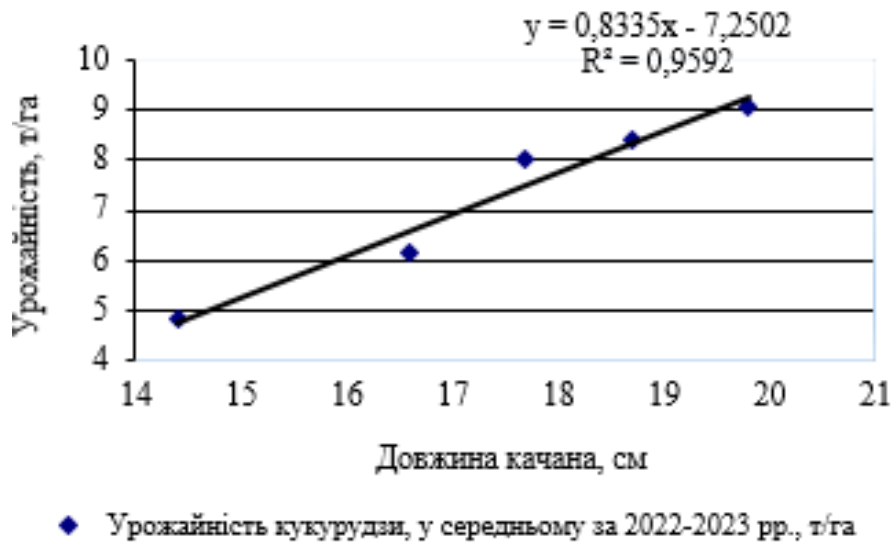


Рис. 3.4. Залежність урожайності кукурудзи від довжини качана

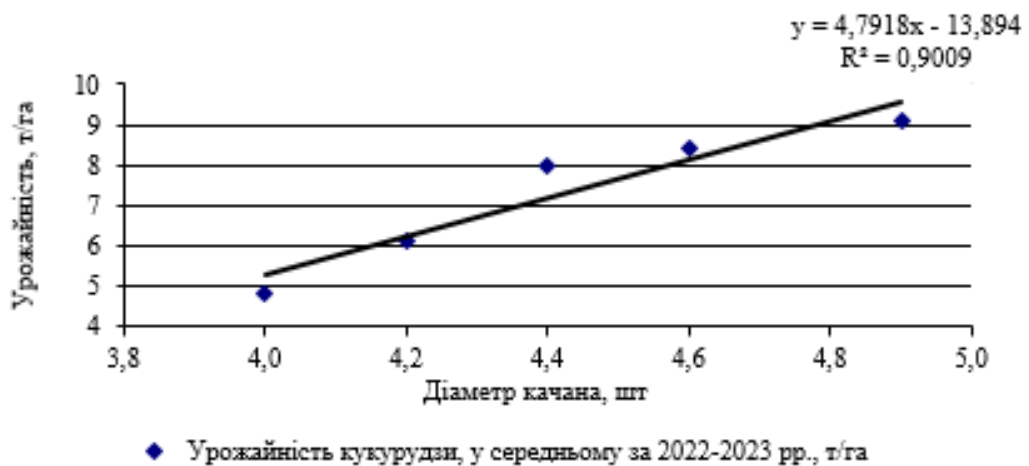


Рис. 3.5. Залежність урожайності кукурудзи від діаметра качана

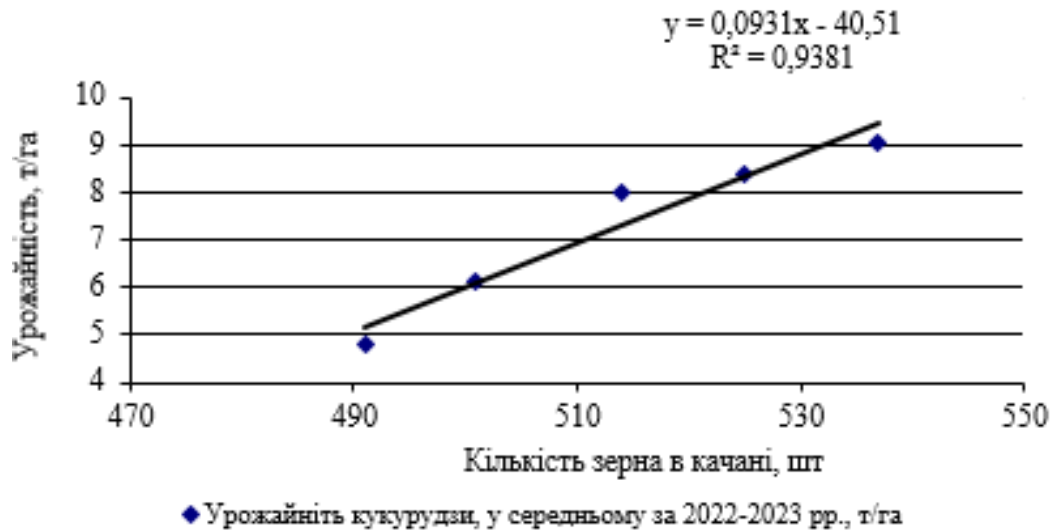


Рис. 3.6. Залежність урожайності кукурудзи від кількості зерен в качані

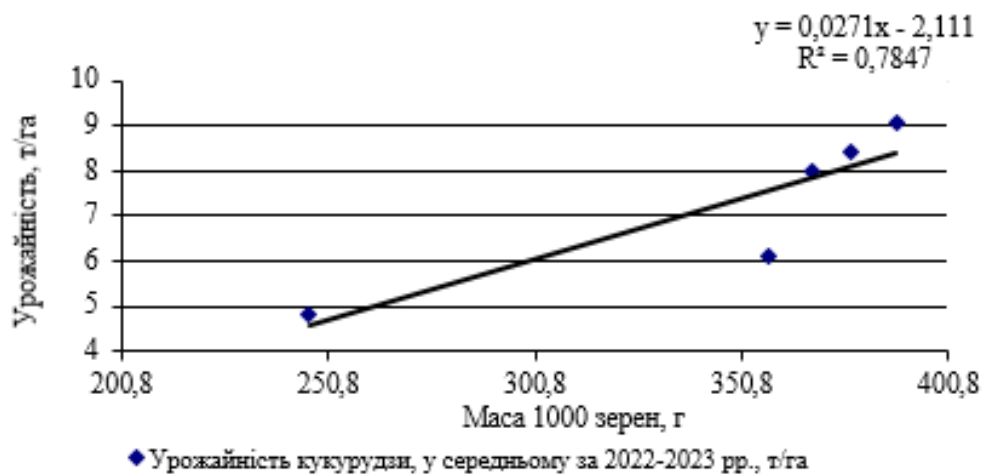


Рис. 3.7. Залежність урожайності кукурудзи від маси 1000 зерен

Як видно з рис. 3.4, 3.5, 3.6 і 3.7 множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від продуктивності колоса.

Отже, за мінерального удобрення в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} одержали найвищу урожайність кукурудзи гібриду *** 9,07 т/га з приростом до контролю 4,26 т/га, або 88,6 %.

3.6 Вплив удобрення на показники якості зерна кукурудзи

Застосування мінеральних добрив може позитивно впливати на якість та врожайність кукурудзи. Вони дозволяють свідомо регулювати обмін речовин

у рослинах і сприяють нагромадженню важливих компонентів, таких як білки, жири, крохмаль, цукри і решті корисні речовини в сільськогосподарських культурах [16].

Результати проведених нами досліджень з вивчення впливу різних норм удобрення на біохімічні показники якості зерна представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Вплив норм мінеральних добрив на показники якості зерна кукурудзи, у середньому за 2022–2023 рр., %

| Варіант досліджу | Білок | Жир | Крохмаль | Клітковина |
|--|-------|-----|----------|------------|
| Контроль – без добрив | 7,4 | 4,2 | 74,1 | 1,9 |
| N ₈₀ P ₇₀ K ₆₀ | 8,3 | 4,4 | 72,6 | 2,0 |
| N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀ | 8,5 | 4,5 | 72,4 | 2,1 |
| N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀ + N ₂₀ | 8,7 | 4,6 | 72,0 | 2,1 |
| N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ | 8,9 | 4,7 | 71,4 | 2,2 |

За результатами досліджень встановили деякі зміни якісних показників зерна кукурудзи гібриду *** залежно від внесення різних норм мінеральних добрив (табл. 3.7). Дані досліджень показують дещо більший вміст білка був у варіантах досліджу за мінерального удобрення.

У варіанті досліджу за внесення мінеральних добрив в нормі N₁₀₀P₁₀₀K₁₂₀ та у підживлення N₄₀ одержали найвищий вміст білка 8,9% з приростом до контролю 1,5%.

За внесення мінеральних добрив в нормі N₁₀₀P₉₀K₁₀₀ та у підживлення N₂₀ у четвертому варіанті вміст білка становив 8,7% з приростом до контролю 1,3%.

У третьому варіанті досліджу за рівня мінерального удобрення в нормі N₁₀₀P₈₀K₈₀ вміст білка одержали 8,5%, що на 1,1% більше до контролю.

Якщо, на контролі, без удобрення, після попередника ячменю озимого, вміст білка становив 7,4%, то на другому варіанті за внесення мінеральних добрив в нормі N₈₀P₇₀K₆₀ – 8,3%.

У зерні середньораннього гібриду кукурудзи *** вміст жирів одержали

на рівні 4,2-4,7%. Найвищим вміст жиру 4,7% одержали у п'ятому варіанті досліді за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} .

У четвертому варіанті досліді, в якому норма мінеральних добрив була збільшена до $N_{100}P_{90}K_{100} + N_{20}$, вміст жиру становив 4,6% з різницею до контролю 0,4%. Норма мінеральних добрив $N_{100}P_{80}K_{80}$ у третьому варіанті дала вміст жиру 4,5%. У другому варіанті за рівня мінерального удобрення $N_{80}P_{70}K_{60}$ вміст в зерні жиру становив 4,4% з відхиленням від контролю 0,2%. На контролі вміст жиру в зерні був найнижчим і становив 4,2%.

За лабораторними аналізами крохмаль у зерні кукурудзи становив за варіантами досліді в межах 74,1-71,4%. Найвищий вміст крохмалю в зерні одержали у контрольному варіанті – 74,1%. За рівня мінерального удобрення в нормі $N_{80}P_{70}K_{60}$ вміст крохмалю становив 72,6% з відхиленням до контролю – -1,5%, За удобрення в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} одержали найнижчий вміст крохмалю 71,4%.

У зерні кукурудзи вміст клітковини був в межах 1,9-2,2%, а її вміст не залежав майже від норм мінеральних добрив.

Як видно із проведених аналізів вирощене зерно кукурудзи гібриду *** відповідало існуючим 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.

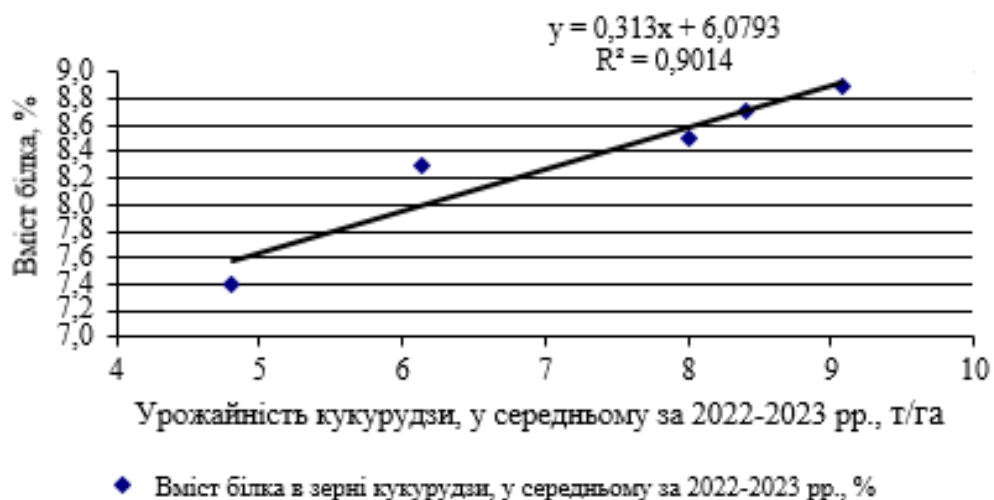


Рис. 3.8. Залежність вмісту білка в зерні від урожайності кукурудзи

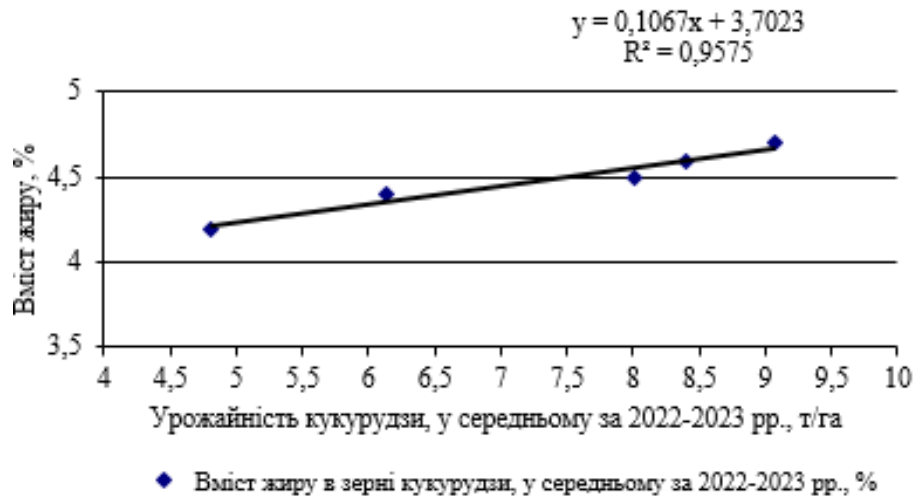


Рис. 3.9. Залежність вмісту жиру в зерні від урожайності кукурудзи

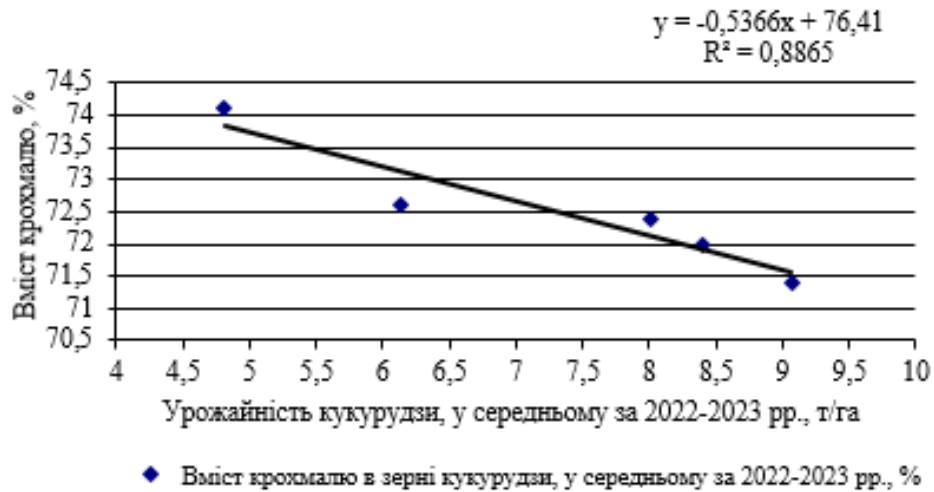


Рис. 3.10. Залежність вмісту крохмалю в зерні від урожайності кукурудзи

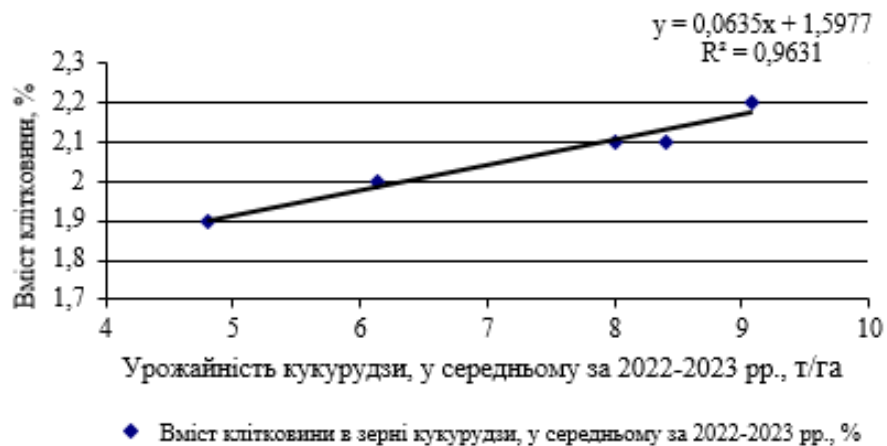


Рис. 3.11. Залежність вмісту клітковини в зерні від урожайності кукурудзи

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.

Отже, внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} на темно-сірих опідзолених ґрунтах підвищує показники якості зерна кукурудзи гібриду ***.

3.7 Економічна та енергетична ефективність удобрення кукурудзи на зерно

Раціональне удобрення кукурудзи передбачає знання того, який економічний вигаш можна отримати від внесення добрив. Це означає, що необхідно обчислити, наскільки вищий врожай та якість продукції забезпечують внесення певних добрив у порівнянні з витратами на добрива та їх застосування. Такий аналіз допомагає визначити оптимальні стратегії удобрення для досягнення найбільшого економічного ефекту при вирощуванні кукурудзи.

Економічна та енергетична оцінка ефективності удобрення була проведена на підставі кваліфікаційної роботи. Вартість продукції була визначена на основі середніх фактичних закупівельних цін на зерно кукурудзи на сучасному ринку. Вартість добрив була розрахована на основі оптових цін 2023 року, додавши витрати на доставку, підготовку та внесення добрив. Витрати на виконання робіт були визначені на підставі діючих нормативів, технологічних карт розрахунковим методом.

Все це підходить для оцінки ефективності удобрення та визначення економічного та енергетичного вигашу від застосування добрив у вирощуванні кукурудзи.

В таблиці 3.8 наведена економічна ефективність внесення добрив під кукурудзу.

Таблиця 3.8 – Економічна ефективність застосування 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 | 4,81 | 38480 | – | 28200 | – | 10280 | 36,5 | – |
| N ₈₀ P ₇₀ K ₆₀ | 6,13 | 49040 | 10560 | 36939 | 8739 | 12101 | 32,8 | 1,2 |
| N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀ | 8,01 | 64080 | 25600 | 39049 | 10849 | 25031 | 64,1 | 2,4 |
| N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀ + N ₂₀ | 8,41 | 67280 | 28800 | 40913 | 12713 | 26367 | 64,4 | 2,3 |
| N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ + N ₄₀ | 9,07 | 72560 | 34080 | 42368 | 14168 | 30192 | 71,3 | 2,4 |

Найвищий чистий прибуток 30192 грн./га з рівнем рентабельності 71,3 % та окупність 1 грн. затрат на удобрення 2,4 грн одержали за рівня мінерального удобрення N₁₀₀P₁₀₀K₁₂₀ та у підживлення N₄₀ (табл. 3.8). Нижчі показники економічної ефективності одержали удобрення в нормі N₁₀₀P₉₀K₁₀₀ та у підживлення N₂₀. Так, у цьому варіанті чистий прибуток становив 26367 грн./га, рівень рентабельності 64,4 % та окупність 1 грн. затрат на удобрення 2,3 грн. У другому варіанті за внесення добрив в нормі N₈₀P₇₀K₆₀ одержали 12101 грн./га чистого прибутку, 32,8% рівня рентабельності та 1,2 грн окупності 1 грн. затрат на удобрення. На контролі одержали найнижчі показники економічної ефективності застосування добрив під кукурудзу (чистий прибуток – 10280 грн./га, рівень рентабельності – 36,5 %).

Отже, найвищі економічні показники одержали у варіанті досліджу за внесення норми мінеральних добрив N₈₀P₈₀K₁₀₀ та у підживлення N₄₀.

Енергетичний аналіз для оцінки виробництва кукурудзи базується на постійних енергетичних показниках і не залежить від постійних змін у цінах

на продукцію, добрива і інші фактори. Таке порівняння ґрунтується на розрахунках енергетичного балансу і дозволяє об'єктивно встановити відмінність між надходженнями і витратами енергії.

Додатково, у світовій практиці для оцінки енергетичної ефективності виробництва використовують коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}), який показує відношення між енергією, що накопичується у вирощеній продукції, і енергією, витраченою на її виробництво. Це дає можливість оцінювати ефективність виробництва, звертаючи увагу на аспекти енергетичної раціональності, незалежно від фінансових змін [51].

За результатами розрахунку енергетичної ефективності застосування добрив встановили (табл. 3.9), що найвищу енергоємність 137283 МДж та коефіцієнт енергетичної ефективності 3,2 одержали за рівня мінерального удобрення $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} .

Таблиця 3.9 – Енергетична ефективність внесення мінеральних добрив

| Варіант дослідження | Урожайність, т/га | Енергоємність урожаю, МДж | Енерговитрати на 1 га посіву, МДж | K_{ee} (коефіцієнт енергетичної ефективності) по зерну |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|
| Контроль – без добрив | 4,81 | 72804 | 28002 | 2,6 |
| $N_{80}P_{70}K_{60}$ | 6,13 | 92783 | 31994 | 2,9 |
| $N_{100}P_{80}K_{80}$ | 8,01 | 121240 | 40413 | 3,0 |
| $N_{100}P_{90}K_{100} + N_{20}$ | 8,41 | 127293 | 41062 | 3,1 |
| $N_{100}P_{100}K_{120} + N_{40}$ | 9,07 | 137283 | 42901 | 3,2 |

У варіанті дослідження за внесення норми мінеральних добрив $N_{100}P_{90}K_{100}$ та у підживлення N_{20} K_{ee} становив 3,1, а за норми мінеральних добрив $N_{100}P_{80}K_{80}$ – 3,0 (табл. 3.9). За рівня удобрення в нормі $N_{80}P_{70}K_{60}$ K_{ee} становив 2,9. На контролі K_{ee} по зерну становив найменший показник – 2,6.

Отже, за результатами розрахунків економічної та енергетичної ефективності удобрення кукурудзи на зерно гібриду *** на темно-сірому опідзоленому ґрунті встановлені найвищі показники у варіанті за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} (3-5 листків).

Розділ 4

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів

Ґрунт – це ідеальне середовище для різноманітних хімічних, фізико-хімічних та біологічних процесів. У ньому відбуваються перетворення речовин, такі як гідроліз і синтез, завдяки наявності органічних і мінеральних складників, енергії для рослинних процесів та води для гідролізу. Окиснення відбувається завдяки кисню, який також міститься у ґрунті. Якість ґрунту визначає якість водних ресурсів, таких як ґрунтові води, прісні річки, озера та водосховища. Хімічний склад ґрунтових вод може служити оцінкою хімічного складу самого ґрунту.

Особливе значення має мікрофлора ґрунту, яка відразу взаємодіє з добривами. Внаслідок багатосторонньої дії на добрива вони перетворюються на сполуки, характерні для ґрунту. В свою чергу, добрива впливають на властивості ґрунту та його склад [1, 4].

Ґрунт має самоочищувальну здатність, яка виявляється в опорі змін реакції і складу ґрунтового розчину, в розкладанні чи зв'язуванні токсичних речовин на малорухомі нерозчинні нетоксичні сполуки. Самоочищувальна здатність є функцією складу, властивостей і динаміки біоценозу ґрунту та його абіотичної частини, зокрема ґрунтового вбирного комплексу. Самоочищувальна здатність тим вища, чим вища родючість ґрунту. Проте, незважаючи на наявність самоочищувальної здатності, можлива і негативна дія добрив на ґрунт, яка виникає, як правило, за високого рівня насиченості ґрунту мінеральними добривами та безпідстилковим гноєм, а також за поганих умов їх зберігання і непрофесійного використання [44].

Такий вплив може виявлятися у вигляді порушення оптимального співвідношення елементів живлення, нагромадження нітратного і нітритного азоту, важких металів і радіоактивних речовин; у вигляді антропо-епіде-

міологічного забруднення, у зниженні вмісту гумусу, ущільненні, засоленні, підкисленні, появі інших небажаних змін складу та властивостей ґрунту.

Увесь комплекс негативного впливу добрив на ґрунт умовно можна поділити на дві частини – руйнування родючості та забруднення ґрунту.

Для темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтів ***є характерною ознакою незначна гумусованість, значна насиченість основами, середня кислотність, мала забезпеченість доступними для рослин сполуками азоту і калію, та середньо-рухомим фосфором. Оскільки дані ґрунти є середньородючими, в господарстві постійно проводяться заходи по підвищенню їх родючості. Для цього вносять підвищені норми органічних добрив, а при їх недостатчі широко вико-ристовують посіви сидеральних культур. Це дає змогу збільшити кількість органічної речовини в ґрунті, збільшить в майбутньому вміст гумусу і поживних речовин в орному шарі.

Висока кислотність частини ґрунтів господарства вимагає обов'язкового їх вапнування. Хоч в господарстві цей захід проводиться, але його обсяги є ще не достатніми [15, 41].

Ще однією особливістю ґрунтів господарства є здатність до запливання і ущільнення. Для запобігання цьому слід проводити заходи, що сприяють утворенню структури ґрунту. Крім вище згаданих, вапнування і внесення органічних добрив сюди входять ще й такі, як впровадження у сівозміну посівів багаторічних трав, особливо конюшини, зменшення проходів важкої техніки по полю, особливо у періоди, коли ґрунт є вологим [6, 18].

Оскільки територія господарства знаходиться на рівнині і тут практично немає схилів з крутизною більше 2°, умови для прояву водної ерозії відсутні. Проте сильні вітри у зимовий період можуть спричиняти вітрову ерозію. Для запобігання цього необхідно проводити снігозатримання, залишати по можливості стерню. Висівання на сидерати озимого жита та ріпаку, які приорюють весною, також запобігає прояву вітрової ерозії у осінньо-зимовий періоди [19, 28].

4.2 Водні ресурси господарства, їх стан та охорона

Ґрунтові води забруднюються через ґрунт, тому їх якість залежить від його забрудненості. Рівень забрудненості водою зумовлюється як хімічним складом, ступенем очищеності промислових, комунально-побутових і тваринницьких стічних вод, так і хімічним складом та якістю ґрунтів. Для охорони санітарно-побутових вод від забруднення, а тварин і людей від захворювань санепідемслужбою розроблено відповідні гранично-допустимі норми. Максимальна концентрація азоту в поверхневих шарах водою відмічається в період весняного паводка і пояснюється значною акумуляцією амонію, нітратів та органічних сполук азоту в сніговому покриві [4, 28].

Кількість азоту, що потрапляє у водойми з твердими стоками, становить 0,6-2,7 кг/га.

Проблема зниження втрат мігруючого азоту добрив у ґрунтові й поверхневі води нерозривно пов'язана з регулюванням вмісту азоту мінеральних сполук у ґрунті.

Комунально-побутові і тваринницькі стічні води є основними забрудниками природних вод поліфосфатами.

Основним сільськогосподарським джерелом надходження фосфору у воду, яке становить лише 8 % загального антропогенного надходження, є ерозія ґрунтів. Змивання 1 мм шару ґрунту відповідає втраті 6-15 кг/га фосфору. Забруднення природних вод фосфорними добривами виявляється через водну і вітрову ерозію ґрунту. Тому, протиерозійні заходи є основним прийомом для усунення втрат фосфору з наземних екосистем. Важливе значення при цьому мають способи і строки внесення добрив, а також їх форми і норми, вибір яких повинен ґрунтуватися на знанні сорбційних властивостей ґрунтів і розчинності утворюваних продуктів. Частка фосфору добрив у твердому та рідкому стоках становить 6-15 % загального фосфору в них [19, 28].

Вимивання фосфору з ґрунту в ґрунтові води залежить від його

гранулометричного складу та стійкості розчинних фосфатних комплексів з іонами металів. Установлена залежність між міграцією фосфору по профілю ґрунту та кількістю внесених органічних добрив. Органічним сполукам властива здатність утворювати складні органо-мінеральні комплекси, які поглинають фосфат-іони [1, 4].

Концентрація калію в поверхневих шарах води значно перевищує концентрацію азоту та фосфору і коливається від 0,5 до 23 мг/л. 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, 19].

Сільське господарство є одним з найбільших водоспоживачів. Його частина становить близько 34%. Поряд з цим в західному регіоні, де переважно надмірне зволоження є надлишок вологи, яка відводиться з полів методом осушення. Більшість осушених земель проведено гончарним дренажем з двобічним регулюванням стоку води. Проте зараз всі осушувальні системи знаходяться в запущеному стані і часто відбувається пересушування ґрунту через неконтрольований стік води [1, 28].

Дуже часто неправильне використання добрив і пестицидів на таких площах проводять до вимивання їх через осушувальну систему у річки і інші водойми. Поступове накопичування у воді отрутохімікатів може послужити причиною хронічних отруєнь і захворювань. З метою охорони водних ресурсів від забруднення мінеральними добривами і пестицидами діють міждержавні стандарти. Згідно них при здійсненій господарської діяльності необхідно не допустити забруднення поверхневих і підземних вод добривами і пестицидами, в тому числі і при їх застосуванні на плантаціях кукурудзи. Внесення добрив і пестицидів проводиться лише за планом, їхнє використання необхідно реєструвати в журналі, вказувати кількість фактично внесених добрив і пестицидів, розмір обробленої площі, способи і строки внесення. Не допускається внесення пестицидів при швидкості вітру більше 5 м/с.

Миття тари, машин і обладнання забруднення добривами і пестицидами, проводять на спеціальних майданчиках, стічні води які утворилися в

результаті миття очищають. Утилізація, знищення і захоронення тари може проводитися з виконанням заходів, що попереджають забруднення поверхневих і підземних вод [1, 4].

4.3 Охорона атмосферного повітря

Охорона атмосферного повітря – важливе завдання сьогодення, тому саме цьому питанню наділяється велика увага з боку світової спільноти, що занепокоєна можливими глобальними змінами клімату внаслідок парникового ефекту. Пил, дим, газы, пара, туман є шкідливими домішками повітря. Вони забруднюють атмосферу, впливають на енергетичний баланс земної поверхні.

У процесі використання добрив відбувається деяке забруднення газами, пилом і погіршення абіотичних показників атмосфери. Проте забруднення атмосфери, спричинене добривами, незначне і становить близько 5-10 % його загальної суми. Безперечно, що основними забрудниками повітря є промисловість (70-80 %) і транспорт (15-20 %) [1, 28].

Значне забруднення атмосфери пилом і газами агрохімікатів спостерігається переважно у разі порушення технології використання добрив (авіахімічні роботи, хімічна меліорація, внесення водного технічного або рідкого синтетичного аміаку). Тому, використовуючи добрива, слід обов'язково дотримуватися санітарно-гігієнічних норм забруднення робочої зони повітря; аміаком – 20 мг/м³, нітрофоскою – 5, фосфоритним борошном – 5, хлористим калієм – 10 мг/м³ [1, 4].

Газоподібні втрати азоту добрив становлять 9-50 %, в середньому 24 %, і залежать від дози та форми азотного добрива, наявності рослинного покриву та органічної речовини, способів зароблення добрива в ґрунт, реакції середовища, температури і вологості ґрунту та інших факторів. Можливі також значні втрати аміачного азоту в результаті хімічної взаємодії амонійних солей з карбонатами та іншими лужними сполуками ґрунту [1, 4].

Атмосферне повітря відноситься до категорії невичерпних ресурсів, але інтенсивний розвиток промисловості, сільського господарства, міст і збільшення кількості транспортних засобів посилюють негативний вплив людства на атмосферу, тому проблема охорони повітря стає все більш актуальною і глобальнішою. Охорона атмосферного повітря у господарстві ще не поставлена на належний рівень. Неправильне зберігання гною на тваринницьких фермах призводить до утворення шкідливих газів – аміаку, метану і інших, які потрапляють в атмосферу. У вихлопних газах тракторів і автомобілів часто спостерігається підвищений вміст окису вуглецю, що перевищує гранично допустимі концентрації [1, 4, 19].

Джерелом забруднення атмосферного повітря також може бути обприскування рослин пестицидами рослин у жарку погоду, коли деяка кількість робочого розчину випаровується в повітря. Щоб запобігти цьому обприскування слід проводити в ранкові та вечірні години коли температура повітря є невеликою [28].

4.4 Стан охорони і примноження флори і фауни

Добрива негативно впливають на флору і фауну внаслідок включення в біотичний колообіг важких металів, радіонуклідів та інших токсикантів. Крім того, добрива можуть спричинювати надлишкове одностороннє нагромадження окремих елементів живлення і речовин у рослинах, після споживання яких спостерігаються захворювання людей і тварин. Більшість важких металів, радіонуклідів та інших токсикантів, що через рослини включаються в біотичний колообіг, негативно впливають і на розвиток самих рослин. Вони знижують проникність мембрани, спричинюючи навіть їх розривання, інактивують ферменти, зумовлюють денатурацію білків та деструкцію асиміляційного апарату, знижують імунітет рослин проти хвороб і шкідників, заміщують біофільні елементи в структурах рослин. Внаслідок цього знижується продуктивність посівів, на 10-60 %; через неоднакову

толерантність різних рослин відбувається видозміна природного фітоценозу, погіршується гігієнічна якість урожаю [1, 4, 19].

Органічна речовина ґрунту і добрив зв'язує важкі метали в комплексні сполуки хелатного типу а фізична глина необмінно вбирає важкі метали. Коренева система рослин має також захисну здатність до вбирання важких металів з ґрунту, причому в різних рослин ця здатність неоднакова. Очевидно, всі ці явища і зумовлюють відсутність прямої залежності вмісту важких металів у ґрунті з їх вмістом у рослині [1, 4, 19].

Для людей і тварин збагачення рослинних продуктів фосфором і калієм небезпеки не становить. Небезпечним є відносний надлишок у рослинах вмісту фосфору і калію порівняно з кальцієм. Оптимальне співвідношення фосфору і кальцію становить 1:1 або 1,5:1. Проте найшкідливіше впливають на організм людини нітрати, нітрити та нітрозаміни. Найнебезпечнішою вважається здатність нітрит-іонів утворювати канцерогенні нітрозосполуки – нітрозодиметиламін і нітрозодietiламін. Нітрозаміни можуть міститися у воді, повітрі та ґрунті і навіть у рослинах. Джерелами забруднення ґрунту і рослин вважають пестициди, осади стічних вод, що використовують як добриво [1, 4, 28].

Дослідженнями встановлено, що накопиченню нітратів у рослинах сприяють такі умови: зниження освітленості; підвищення температури навколишнього середовища до 25-30°C; високі норми азотних добрив і гною; нестача або порушення співвідношення NPK і мікроелементів.

Флора і фауна також є важливим біотичним чинником впливу на екологічні системи довкілля. Значну користь сільськогосподарським посівам приносять корисні комахи і птахи, які знищують шкідників культур. Багато тварин гине під час сінокосіння та збирання зернових культур. Щоб запобігти цьому, слід використовувати на комбайнах відлякуючі пристрої і розпочинати збір з середини поля. Особливої уваги заслуговує збереження і догляд за вітрозахисними смугами та чагарниками, що служать домівкою для багатьох птахів та звірів [1].

Розділ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

5.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві

У ***Львівського району Львівської області питання охорони праці регулюється інструкціями, положеннями та правовими нормативами. Безпосереднє керівництво розробкою і проведенням всього комплексу організаційних і профілактичних заходів з охорони праці покладено на інженера з охорони праці і техніки безпеки. Він є головним організатором з безпеки праці і зобов'язаний перевіряти на всіх виробничих підрозділах стан техніки безпеки, організацію охорони, виробничої санітарії, а також додержання трудового законодавства. Щорічно на зборах трудового колективу приймається колективний договір за допомогою якого регулюються відносини між власником та працівниками.

При укладанні працівниками трудового договору з підприємством, вони повинні інформуватись про умови праці на підприємстві де він буде працювати, про можливість виникнення небезпечних ситуацій на виробництві, а також права на пільги відповідно до колективного договору і законодавства. У трудовому договорі зазначаються умови, які відповідають законодавчим і іншим нормативним актам [49, 51].

Аналіз виробничого травматизму і професійних захворювань в господарстві здійснюється на основі актів про нещасний випадок (форма Н-1), професійні захворювання (звіти форми 7-ТВН). 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 [51].

У ***Львівського району Львівської області вирішення проблем охорони праці покладено на службу охорони праці. Щорічно розробляється і затверджується розділ „Охорона праці” в колективному договорі між профспілковою організацією та правлінням.

5.2 Пожежна безпека при виконуваній операції

Відповідальність за пожежну безпеку в польових умовах при збиранні кукурудзи у господарстві ***Львівського району Львівської області покладається на керівника господарства. Він призначає відповідальних за пожежну безпеку з числа спеціалістів. Для запобігання пожежам у сільському господарстві розробляють організаційні, технічні, експлуатаційні, режимного характеру, тактико-профілактичні, пожежо-евакуаційні, будівельно-конструктивні та інші заходи [52].

До організаційних заходів запобігання пожежам відносять правильне технологічне розміщення обладнання, машин; спеціальне розміщення матеріалів на складах та техніки в ремонтних майстернях та гаражах; своєчасне видалення тари, відходів, допоміжних матеріалів; організація пожежних служб в господарствах, навчання працівників правилам пожежної безпеки. Експлуатаційні заходи передбачають такі режими експлуатації обладнання і машин, в результаті яких повністю виключається можливість виникнення полум'я та іскор при роботі машин, контакт нагрітих деталей обладнання з горючими матеріалами. До технічних заходів належать заходи, що стосуються правильного монтажу та експлуатації печей, електрообладнання. До заходів режимного характеру запобігання пожежам відносять заборону куріння, запалювання вогню, правильне зберігання промислових ганчірок, постійний контроль за зберіганням запасів вугілля, матеріалів що можуть самозагоратись. Тактико-профілактичні заходи передбачають швидку дію пожежних команд, своєчасне встановлення на

об'єктах первинних засобів пожежогасіння, а також підтримання в робочому стані водопровідної системи з усіма гідрантами [24, 63].

Заходи будівельно-конструкторського характеру здійснюються в процесі будівництва будівель створенням їх із протипожежних конструкцій. Для забезпечення пожежної безпеки адміністрація повинна розробляти спеціальні організаційні заходи у кожному господарстві відповідно до існуючого законодавства. Відповідальність покладається на керівника господарства за проведення організаційних заходів.

Оскільки мінеральні добрива можуть створювати пожежовибухову небезпеку, то відповідно до існуючих вимог склади мінеральних добрив обладнують необхідними технічними засобами [57, 61].

Перед початком польових робіт механізатори здають протипожежний мінімум і отримують атестат з правом виконання відповідних робіт. Ремонтні майстерні, механізовані двори та інші виробничі ділянки обладнують засобами гасіння пожежі. А також на спеціальних щитках вивішуються списки пожежних підрозділів, інструкцій з пожежної безпеки.

Усі трактори, самохідні машини, що працюватимуть в полі обладнують іскрогасниками, вогнегасниками і лопатою. Кожний автомобіль, що транспортує продукцію на полі, обладнують іскрогасником, хімічним вогнегасником і лопатою. Автомобілі-заправники крім цього повинні мати заземлюючий пристрій, замість хімічного вогнегасника вуглекислотний [8, 16].

Легкозаймісті препарати в металевій тарі забороняється перекачувати ломанами, а пробки відкривати пристроями, що можуть викликати іскри. Порожню тару з під таких речовин зберігають в окремому місці і обов'язково закривають пробками [49].

5.3 Гігієна праці при внесенні добрив та пестицидів під кукурудзу

У ***Львівського району Львівської області широко використовують такі хімічні препарати як пестициди, мінеральні добрива. До роботи з

пестицидами не допускаються підлітки віком до 18 років, чоловіки старше 55 років, вагітні жінки і матері, що годують немовлят, а також осіб, які мають захворювання, вказані у спеціальних положеннях.

Для перевезення пестицидів повинен бути виділений критий вантажний автомобіль, внутрішня поверхня якого вкрита бляхою з антикорозійним покриттям, на зовнішньому боці кузова наносять попереджувальний знак: „Обережно! Отруйні речовини” [8, 16, 49].

Мінеральні добрива залежно від їх фізичних і хімічних властивостей при зберіганні, транспортуванні і застосуванні можуть у вигляді пилу, парів і газів надходити в робочу зону і негативно впливати на працюючих.

Люди, які мають працювати з добривами, проходять медичний огляд та інструктаж про токсичну дію хімікатів, методи безпечної роботи з ними. Працівники сільського господарства забезпечуються спецодягом та індивідуальними засобами захисту (окулярами, комбінезонами, рукавицями, окулярами, респіраторами тощо). Під час роботи з добривами не можна курити. Перед прийманням їжі слід вимити руки і сполоснути водою порожнину рота. Після закінчення роботи працівник повинен зняти спецодяг, очистити його від пилу і залишити в шафі, яка знаходиться в окремому приміщенні.

Під час роботи машин, якими вносять мінеральні добрива, не можна знаходитися близько від робочих органів, а завантажувати машини добривами – тільки після їх повної зупинки. Не можна перевозити людей, продукти, воду для пиття разом із мінеральними добривами [8, 16, 49].

По закінченню сільськогосподарських робіт роботи слід прийняти душ, або ретельно вимитися з милом. На місці роботи повинна бути аптечка і запас чистої води. При потраплянні в очі добрив слід промити їх чистою водою і звернутися в медпункт, а при опіку – промити обпечені місця сильним напором води, обробити 5%-ним розчином спирту і марлеву пов'язку накласти. Всі роботи з хімічними меліорантами і добривами слід проводити в чіткій відповідності до санітарних вимог щодо транспортування, зберігання і

застосування їх у сільському господарстві. Пестициди залежно від властивостей постачають у паперових та поліетиленових мішках, дерев'яних ящиках, бочках, каністрах, скляному посуді та картонних коробках. Після закінчення робіт звільнену від пестицидів тару здають на склад [8, 16, 49].

У господарствах на всі процеси, пов'язані із застосуванням пестицидів, повинні бути розроблені і вивішені на видних місцях інструкції. Роботи виконуються вранці і ввечері, при найменшій температурі повітря, незначній інсоляції і мінімальних потоках повітря.

Усі особи, що працюють із мінеральними добривами і пестицидами, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, які підбирають залежно від властивостей мінеральних добрив і пестицидів [8, 16, 49].

5.4 Безпека праці пов'язана з вирощуванням кукурудзи

Всі сільськогосподарські машини, трактори, транспортні засоби, які використовують при вирощуванні кукурудзи повинні бути справні, повністю укомплектовані інструментами та інвентарем, аптечкою для першої медичної допомоги. Машини повинні мати запасні кожухи на всіх механізмах і деталях, що обертаються, з метою усунення травматизму серед обслуговуючого персоналу. За виконанням техніки безпеки при проведенні технічного обслуговування машин, агрегатів в полі відповідає тракторист-машиніст агрегату. Він повинен бути проінструктований разом з машиністом чи помічником, за усіх виконуваних ними робіт, а також одержати інструмент з пожежної безпеки. В польових умовах технічне обслуговування машин і агрегатів проводять тільки в світлий час доби. Допускається проведення ремонту в нічний час, але за умови достатнього освітлення і не менше як двома працівниками. Всі операції технічного обслуговування, крім регулювання двигуна, виконується лише після повної зупинки двигуна.

Перед тим як виконуються ремонтні роботи під машиною її треба зупинити і вимкнути двигун, увімкнути передачу, поставити на ручне гальмо

і покласти під колеса колоди упори. Виконуючи роботи під машиною необхідно використовувати підстилку [51].

Робочий одяг механізатора повинен бути заправлений так, щоб не було звисаючих кінцівок. З метою подальшого покращання культури виробництва і зниження виробничого травматизму необхідно дотримуватись таких вимог: регулярно проводити інструктажі по техніці безпеки і вести їх чіткий облік; суворо дотримуватись вимог і правил з техніки безпеки при обробітку ґрунту; обов'язково проводити інструктажі з техніки безпеки перед садінням, доглядом та збиранням врожаю кукурудзи; в повній мірі забезпечувати працівників засобами індивідуального захисту. Запропоновані заходи дозволять значно покращати умови безпечної праці при вирощуванні кукурудзи [51].

5.5 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Основним завданням цивільної оборони є захист населення при виникненні надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу. Із набуття Україною незалежності почалося законодавче оформлення цивільного захисту населення державою, що проявилось у прийнятті Закону України «Про охорону праці» та ряду інших нормативно-правових актів [51].

Керівництво організацій, установ та закладів, незалежно від форми власності і підпорядкування, створює сили для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та забезпечує їх постійну готовність до практичних дій, організовує забезпечення своїх працівників засобами індивідуального захисту та проведення при потребі евакозаходів та інших заходів цивільної оборони, передбачених законодавством [49, 51].

Створений штаб цивільної оборони та ряд служб і формувань по забезпеченню різних галузей і об'єктів від НС включають в себе: службу оповіщення, службу зв'язку, медичну, аварійно-технічну службу, службу захисту рослин, тварин. Проте у зв'язку із великими фінансовими труднощами

ці формування є недостатньо дієздатними і перебувають значно більше коштів і уваги з боку адміністрації міської ради [51].

В адміністрації міської ради розроблені плани ліквідації наслідків аварій та рятувальних невідкладних аварійно-відновних робіт при різних надзвичайних ситуацій. Для реалізації цих планів виділяються наявні матеріально-технічні засоби. Плани ліквідації аварій та аварійно-відновних робіт повинні вводитися в дію відразу ж після отримання сигналу про надзвичайну ситуацію, який поступає по радіо, телебаченню, іншими джерелами зв'язку. Дуже важливим є оперативність і швидкість реагування на НС, оскільки при запізненні значно зростають розміри втрат та можливі жертви серед населення.

Велику роль у набутті навиків поведінки при надзвичайних ситуаціях має навчання населення з питань цивільного захисту. З цією метою регулярно проводяться лекції і заняття з цивільної оборони з працівниками установ, організацій, підприємств.

Укриттю в захисних спорудах у надзвичайних ситуаціях підлягає усе населення. Фонд захисних споруд створюється шляхом обстеження і обліку підземних та надземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту населення.

Для виконання покладених завдань і функцій на формування цивільної оборони у їх структурі створені такі служби і підрозділи: служба оповіщення і зв'язку, яка своєчасно інформує керівний склад, працівників і все населення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій; медична служба, яка забезпечує комплектування і готовність медичних формувань; служба охорони громадського порядку; служба енергопостачання; аварійно-технічна служба, роботи по розбиранню завалів, локалізація аварій на комунальних об'єктах міста.

Таким чином з проведеного аналізу стану охорони праці при вирощуванні кукурудзи видно, що всі заходи виконуються на задовільному рівні із незначним рівнем невиконання.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами проведених досліджень з кукурудзою гібриду *** в ***Львівського району Львівської області на темно-сірому опідзоленому ґрунті можна зробити наступні висновки:

1. Із збільшенням норми мінеральних добрив у варіантах зростає перед збиранням врожаю у ґрунті, вміст лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію. За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} вміст лужногідролізованого азоту становив 147 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору 126 мг на 1 кг ґрунту і обмінного калію до 134 мг на 1 кг ґрунту, що на 36, 39 і 24 мг на 1 кг ґрунту більше контрольного варіанту.

2. Внесення особливо азотних добрив вплинуло на проходження фаз росту і розвитку рослин кукурудзи. Між рівнем азотного мінерального удобрення і тривалістю вегетації кукурудзи відмічено пряму залежність: чим вища норма азотних добрив, тим довший вегетаційний період. За внесення добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} фаза воскової стиглості наступали на 4 доби пізніше в порівнянні з контролем, що відобразилось на більшій урожайності.

3. Проведеними біометричними вимірюваннями встановлено, що найвищі рослини у фазі розвитку «повна стиглість» висотою 227 см були за рівня мінерального удобрення в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} , а найнижчі у контрольному варіанті 210 см.

4. У варіанті за внесення добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} одержали найвищі показники структури врожаю кукурудзи: діаметр качана – 4,9 см, довжина качана – 19,8 см, кількість зерен в качані – 537 шт., маса 1000 зерен 388 г.

5. За внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} одержали найвищу урожайність 9,07 т/га з приростом до контролю 4,26 т/га, або 88,6 %. Нижчу урожайність одержали у варіантах дослідів за

внесення мінеральних добрив в нормах $N_{80}P_{70}K_{60}$, $N_{100}P_{80}K_{80}$ і $N_{100}P_{90}K_{100}$ та у підживлення N_{20} . Найнижчу урожайність кукурудзи 4,81 т/га одержали на контролі (без добрив).

6. Найвищий вміст в зерні кукурудзи білка 8,9 %, жиру 4,7 % і клітковини 2,2 % одержали за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} . Вміст крохмалю найвищий 74,1 % одержали на контролі, а найнижчий – 71,4 % у варіанті за норми $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} . Найнижчий вміст білка, жиру і клітковини одержали на контролі.

7. Проведені розрахунки економічної ефективності досліджуваних варіантів показують, що за удобрення в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} одержали найвищий чистий прибуток 30192 грн./га, рівень рентабельності 71,3 % та окупності 1 грн. затрат на добрива та їх внесення 2,4 грн. На контролі одержали найнижчий чистий прибуток 10280 грн. і рівень рентабельності 36,5 %. Окупність 1 грн. затрат на добрива та їх внесення за варіантами досліджу зростала з підвищенням норм мінеральних добрив.

За розрахунками енергетичної ефективності одержали найвищу енергоємність урожаю 137283 МДж та коефіцієнт енергетичної ефективності 3,2 у варіанті удобрення в нормі $N_{100}P_{100}K_{120}$ та у підживлення N_{40} .

За вирощування кукурудзи на зерно гібриду *** на темно-сірому опідзоленому ґрунті в умовах Західного Лісостепу після попередника ячменю озимого пропонуємо вносити азотні добрива у формі карбаміду в нормі N_{100} в передпосівну культивуацію та у формі аміачної селітри N_{40} в підживлення (3-5 листків). Фосфорні у формі гранульованого суперфосфату в нормі P_{100} і калійні у формі калімагу в нормі K_{100} вносити під основний обробіток ґрунту. За такого внесення мінеральних добрив можна одержати високу урожайність 9,07 т/га, підвищити якісні показники зерна кукурудзи гібриду *** і покращити агрохімічні властивості 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. Агрохімічний аналіз / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.; за ред. М.М. Городнього. К. : Арістей, 2005. 291 с.
3. Андрущенко Г.О. Ґрунти західних областей УРСР. Львів : „Вільна Україна”, 1970. 183 с.
4. Білявський Г.О. та ін. Основи загальної екології. К. : Либідь, 1993. 302 с.
5. 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.
6. Бомба М.І. Кукурудза: загальні особливості технології у західному регіоні. *Агроном.* 2004. №4(6). С. 40-41.
7. Бомба М.Я., Бомба М.І. Використаймо кукурудзу сповна. *Пропозиція.* 2001. С.40-43.
8. Бутько Д.А., Луценков В.Л., Лехман С.Д. Практикум з охорони праці. К. : Урожай, 1995. 144 с.
9. Гень 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.
10. Глушко Т.В. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від фону живлення та біостимуляторів. *Зрошуване землеробство.* 2011. Вип. 55. С. 264–274.
11. Гнатенко О.Ф. Вітвицький С.В., Капштик М.В., Петренко Л.Р. Ґрунтознавство з основами геології: навч. посіб. К. : Оранта. 2005. 648 с.

12. Городній М.М. та ін. Агрохімія: підручник. К. : ТоВ „Алефа”, 2003. 778 с.
13. 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.
14. Господаренко Г.М . Агрохімія: підручник. К. : ННЦ «ІАЕ», 2011. 400 с.
15. Господаренко Г. М. Система застосування добрив : навч. посіб. Київ : СІК ГРУП Україна, 2015. 332 с.
16. Гряник Г.М. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. К. : Урожай, 1989. 208 с.
17. 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.
18. 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.
19. Злобін Ю.А. Основи екології. К. : Лібра, 1998. 248 с.
20. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К. : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
21. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. К.: Логос, 2005. 150 с.
22. 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.
23. 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.

24. 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.

25. Крамарьов С., Красненков С., Пащенко 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.

26. Крикунов В.Г. Ґрунти і їх родючість. К. : Вища школа, 1993. 283 с.

27. Кукурудза. ***. Каталог. [Електронний ресурс]. [сайт]. URL: <https://www.masseeds.ua/nasinnya/nasinnya/kukurudza> (дата звернення 27.10.2023 р.).

28. Куценко О.М., Писаренко В.М. Агроєкологія: підручник. К. : Урожай, 1995. 256 с.

29. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : Українські технології, 2008. 312 с.

30. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.

31. 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.

32. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза. 2 вид. доп. і перероб. Львів : НВФ «Українські технології» 2003. 72 с.

33. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2014. №8 (279).

34. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Системи застосування добрив : підручник. К. : Вища шк., 2002. 317 с.

35. Лісовал А.П. Методи агрохімічних досліджень. К. : 2001. 246 с.

36. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полухович 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.
37. 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.
38. Маслак О. Переваги – за кукурудзою. *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С. 32-34.
39. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві. К. : Урожай, 1988. 208 с.
40. Мілютенко Т. Б. Оптимізація поживного режиму ґрунту в агроценозі кукурудзи. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 2. С. 81-87.
41. 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.
42. Мойсейченко В.Ф., В.О. Єщенко. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. К. : Вища школа, 1994. 344 с.
43. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. *Хімія. Агрохімія. Сервіс*. 2008. №13-14 (257-258). С. 6-7.
44. Мокрієнко В. А., Усатий Г. Ю. Особливості засвоєння поживних речовин гібридами кукурудзи. *Землеробство*. 2006. Вип. 78. С. 12-20.
45. 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.
46. Надь Я. Кукурудза. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2012. 580 с.
47. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза; селекція та вирощування гібридів. Вінниця : Данилюк В. Г., 2011. 432 с.

48. Пащенко Ю.М., Пащенко Ю.М. Оптимізація мінерального удобрення різних біотипів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2007. №31. С. 125-131.

49. 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.

50. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.

51. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. К. : Форт, 2001. 384 с.

52. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України. К. : Основа, 2007. 184 с.

53. 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.

54. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т., Литвак П.В. та ін. Агроекологія. К. : Вища освіта, 2006. 671 с.

55. Сметанська І.М. Вплив мінерального живлення на продуктивність посівів кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 1. С. 72-73.

56. 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.

57. 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.

58. Томашевський Д.Ф. Кукурудза. Київ : Урожай, 1970. 364 с.

59. 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.

60. 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.
61. Bennetzen J. L., Hake C. *Handbook of Maize: Its Biology*. Springer Science Business Media, 2009. 146 p.
62. Księżak J., Staniak M., Bojarszczuk J. 2015. *Uprawa kukurydzy w systemie ekologicznym*. IUNG-PIB, Puławy, ss. 29.
63. Rutkowski J. 2018. *Technologia uprawy kukurydzy – od siewu do zbioru*. Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Olsztynie, ss. 23.
64. Machul M., Księżak J. 2007. Najważniejsze problemy agrotechniki kukurydzy w świetle badań IUNG-PIB. *Wieś Jutra*, 3: 11-13.
65. Machul M., Księżak J. 2006. Zastosowanie testów roślinnych do oceny stanu odżywienia roślin azotem. *Wieś Jutra*, 7: 18-20.
66. Staniak M., Księżak J., Bojarszczuk J. 2011. Zachwaszczenie kukurydzy w ekologicznym systemie uprawy. *J. Res. App. Agric. Eng.*, 56 (4): 123-128.

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- тран- спорт, т-км | Живе тягло, к-дні | Електро- енергія, кВт-год. |
|----------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| | трак- тори- стів | інших праців- ників | тракто- ристів | інших праців- ників | тракто- ристів | інших праців- ників | тракто- ристів | інших праців- ників | на оди- ницю, 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 2022 рік

Таблиця 1 – Урожайність кукурудзи у 2022 році, т/га

| Варіант дослідження | Повторення | | | | ΣV | \bar{X} |
|----------------------------------|------------|------|------|------|------------|-----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Контроль – без добрив | 4,29 | 4,78 | 4,93 | 5,51 | 19,5 | 4,88 |
| $N_{80}P_{70}K_{60}$ | 5,50 | 6,03 | 6,39 | 6,82 | 24,7 | 6,19 |
| $N_{100}P_{80}K_{80}$ | 7,45 | 7,73 | 7,89 | 8,24 | 31,3 | 7,83 |
| $N_{100}P_{90}K_{100} + N_{20}$ | 8,15 | 8,46 | 8,64 | 8,99 | 34,2 | 8,56 |
| $N_{100}P_{100}K_{120} + N_{40}$ | 8,55 | 8,94 | 9,41 | 9,82 | 36,7 | 9,18 |

Таблиця 2 – Результати дисперсійного аналізу (метод рендомізованих повторень)

| Дисперсія | Сума квадратів | Степені свободи | Середній квадрат | Fфакт. | F ₀₅ |
|-----------|----------------|-----------------|------------------|--------|-----------------|
| Загальна | 53,34 | 19 | | | |
| Повторень | 3,13 | 3 | | | |
| Варіантів | 50,03 | 4 | 12,5 | 862,0 | 3,26 |
| Залишок | 0,17 | 12 | 0,01 | | |

$S_x = 0,06$ т (помилка дослідження);

$S_d = 0,09$ т (помилка різниці середніх);

$HP_{05} = 0,19$ т;

$HP_{05} = 2,53$ %.

Статистична обробка даних врожайності кукурудзи за 2023 рік

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

| Варіант досліджу | Повторення | | | | ΣV | \bar{X} |
|----------------------------------|------------|------|------|------|------------|-----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Контроль – без добрив | 4,26 | 4,42 | 4,71 | 5,04 | 18,4 | 4,61 |
| $N_{80}P_{70}K_{60}$ | 5,70 | 5,51 | 6,18 | 6,89 | 24,3 | 6,07 |
| $N_{100}P_{80}K_{80}$ | 7,72 | 7,97 | 8,41 | 8,67 | 32,8 | 8,19 |
| $N_{100}P_{90}K_{100} + N_{20}$ | 8,05 | 8,16 | 8,24 | 8,58 | 33,0 | 8,26 |
| $N_{100}P_{100}K_{120} + N_{40}$ | 8,42 | 8,70 | 9,21 | 9,51 | 35,8 | 8,96 |

Таблиця 2 – Результати дисперсійного аналізу (метод рендомізованих повторень)

| Дисперсія | Сума квадратів | Степені свободи | Середній квадрат | Fфакт. | F ₀₅ |
|-----------|----------------|-----------------|------------------|--------|-----------------|
| Загальна | 55,71 | 19 | | | |
| Повторень | 2,55 | 3 | | | |
| Варіантів | 52,79 | 4 | 13,2 | 425,7 | 3,26 |
| Залишок | 0,37 | 12 | 0,03 | | |

$S_x = 0,09$ т (помилка досліджу);

$S_d = 0,12$ т (помилка різниці середніх);

$HP_{05} = 0,27$ т;

$HP_{05} = 3,76$ %.

Копія статті автора

