

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ
КАФЕДРА АГРОХІМІЇ ТА ҐРУНТОЗНАВСТВА**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня – **Магістр**

на тему: **«Удосконалення системи удобрення кукурудзи в ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття»**

Виконав студент VI-го курсу, групи Аг-62
спеціальності 201 «Агрономія»

БАШКО Назарій Андрійович

Керівник:

Н.І. ВЕГА

Рецензент:

М.Л. ТИРУСЬ

Дубляни, 2025

УДК 631.8:633.15(292.451/.454)

Удосконалення системи удобрення кукурудзи в ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття. Башко Н. А. – Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. – Дубляни, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2025 р.

88 стор. текс. част., 16 табл., 8 рис., 70 джерел

В кваліфікаційній роботі представлено результати досліджень з вивчення впливу норм мінеральних добрив і позакореневого підживлення посівів кукурудзи гібриду П8409 комплексним мікродобривом на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному ґрунті Передкарпаття. Дослідження проводили у 2024-2025 рр. в «.....».

Відзначено, що застосування мінерального удобрення забезпечує підвищення вмісту легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію в ґрунті. Основне внесення мінеральних добрив у поєднанні з позакореневим підживленням рослин мікродобривом забезпечує збільшення площі листкової поверхні в період вегетації, залежно від варіанту, на 8,7–15,1 тис. м²/га, висоти рослини – на 17,4 –29,4 см.

Встановлено високу ефективність внесення мінеральних добрив в нормі N₁₆₀P₁₀₀K₁₃₀ та позакореневого підживлення рослин мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза), 1,3 л/га у фазах ВВСН-13 та ВВСН-17 в підвищенні урожайності та якості зерна кукурудзи. Отримано показник урожайності зерна на рівні 11,69 т/га, маси 1000 зерен – 317,7 г, вмісту білка – 10,04 %, вмісту жиру – 4,35 % за рівня рентабельності 81,9 %.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЗБАЛАНСОВАНА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	9
1.1 Макроелементи та мікроелементи в системі удобрення кукурудзи...	9
1.2 Вплив системи удобрення кукурудзи на зміну показників родючості ґрунту.....	13
1.3 Ефективність різних систем удобрення за вирощування кукурудзи..	16
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1 Характеристика клімату території та погодні умови у роки досліджень	20
2.2 Характеристика ґрунту дослідної ділянки	22
2.3 Методика проведення досліджень.....	25
2.4 Технологія вирощування кукурудзи на дослідному полі і характеристика гібриду	27
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ В ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)	30
3.1 Вплив удобрення на забезпеченість ґрунту основними елементами живлення у вегетаційний період кукурудзи	30
3.2 Ріст та розвиток кукурудзи залежно від умов мінерального живлення	35
3.3 Вплив макроелементного та мікроелементного удобрення на зміну показників елементів структури урожаю	41
3.4 Формування урожайності та показників якості зерна кукурудзи	

залежно від фону удобрення	45
3.5 Економічна та енергетична оцінка вирощування кукурудзи за внесення макро- та мікродобрів	54
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	57
4.1 Стан охорони праці та цивільної оборони в«.....»	57
4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за вирощування кукурудзи в умовах господарства	59
4.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях	60
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	62
5.1 Стан ґрунтів та ефективне використання земельних ресурсів в «.....»	62
5.2 Водні ресурси та їх охорона	63
5.3 Охорона атмосферного повітря	64
5.4 Стан охорони і примноження флори і фауни	66
ВИСНОВКИ.....	67
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	69
ДОДАТКИ	77
Додаток А. Ксерокопія статті у матеріалах студентської конференції факультету агротехнологій та охорони довкілля «Дні студентської науки у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького», 14–15 травня 2025 р.	78
Додаток Б. Технологічна карта вирощування кукурудзи	83
Додаток В. Висота рослин кукурудзи в період збирання у 2024-2025 рр. ..	86
Додаток Г. Результати статистичної обробки даних врожайності кукурудзи у 2024 році	87
Додаток Д. Результати статистичної обробки даних врожайності кукурудзи у 2025 році	88

ВСТУП

Сучасні гібриди кукурудзи, незалежно від їх інтенсивності чи вимогливості до умов вирощування, потребують точного впровадження усіх технологічних елементів вирощування. Щоб забезпечити високий рівень урожайності, необхідно впроваджувати ефективні й актуальні технологічні рішення, які сприяють повноцінному росту та розвитку рослин.

Кукурудза відзначається високим потенціалом продуктивності, розкриття цього потенціалу можливе шляхом створення сприятливих умов для розвитку. Підвищення продуктивності культури залежить від поєднання кількох провідних факторів, серед яких – використання високопродуктивних гібридів та раціональне застосування макро- і мікродобрих. Через значну вартість цих складових особливо важливим є дослідження оптимальних норм удобрення й ефективності позакоренових підживлень.

Актуальність теми. Оптимальні умови росту та розвитку рослин кукурудзи складаються за оптимальної забезпеченості основними макроелементами – азотом, фосфором, калієм. Мікроелементи є складовими ферментативних систем рослин, тому їх внесення відіграє ключову роль у підвищенні продуктивності.

На засвоєння елементів живлення рослинами з ґрунту впливають різні чинники, зокрема важливе значення мають умови зволоження. За несприятливих умов вегетації та тривалого періоду відсутності опадів, що співпадають з критичними періодами живлення рослин кукурудзи надходження в рослини макро- та мікроелементів припиняється. Позакоренове підживлення посівів кукурудзи за несприятливих умов вегетаційного періоду є ефективним засобом підвищення її урожайності. Питання впливу мікродобрих на фоні основного мінерального удобрення на продуктивність кукурудзи залишається недостатньо вивченим в умовах Передкарпаття.

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень було встановити ефективність застосування норм мінеральних добрив і позакореневого підживлення посівів кукурудзи комплексним мікродобривом з визначенням оптимального варіанту мінерального удобрення на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному ґрунті Передкарпаття.

Для досягнення мети були визначені наступні завдання:

- встановити вплив різних варіантів удобрення на забезпеченість дерново-підзолистого поверхнево-оглеєного ґрунту основними елементами живлення;
- визначити ефективність основного внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення комплексним мікродобривом на процеси росту та розвитку рослин кукурудзи;
- дослідити вплив удобрення на закладання елементів структури урожаю кукурудзи;
- встановити ефективність різних рівнів мінерального живлення щодо впливу на урожайність та якість культури;
- надати економічну та енергетичну оцінку технології вирощування кукурудзи на різного рівня удобрення.

Об'єкт дослідження – агрохімічні показники дерново-підзолистого поверхнево-оглеєного ґрунту, ростові процеси кукурудзи, формування продуктивності культури за різних норм внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення комплексним мікродобривом.

Предмет дослідження – властивості дерново-підзолистого поверхнево-оглеєного ґрунту, зміна показників елементів структури урожаю, урожайності, якості зерна кукурудзи під впливом мінерального удобрення, економічна і енергетична оцінка технології.

Методи досліджень. У дослідженнях застосовували польові, лабораторні та математично-статистичні методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному ґрунті Передкарпаття обґрунтовано

ефективність застосування позакореневого підживлення посівів кукурудзи гібриду П8409 комплексним мікродобрином на фоні внесення мінеральних добрив.

Удосконалено систему удобрення культури та встановлено оптимальний фон удобрення, який поєднує основне застосування азотно-фосфорно-калійних добрив та позакореневе підживлення комплексним мікродобрином, сприяє істотному підвищенню урожайності.

Набуло подальшого розвитку питання підвищення продуктивності кукурудзи шляхом застосування макро- та мікродобрив за конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Практичне значення одержаних результатів. Удосконалено систему мінерального удобрення кукурудзи на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному ґрунті Передкарпаття. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{160}P_{100}K_{130}$ і позакореневе підживлення посівів комплексним мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза), 1,3 л/га у фазах за ВВСН 13 та 17 є найефективнішим і забезпечує отримання рівня урожайності 11,69 т/га за рентабельності 81,9 %.

Публікації. За темою кваліфікаційної роботи опубліковано матеріали у збірнику тез доповідей студентської конференції факультету агротехнологій та охорони довкілля «Дні студентської науки у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького», 14–15 травня 2025 р. (дод. А).

Структура та обсяги роботи. Кваліфікаційну роботу сформовано на 88 сторінках друкованого тексту, містить 16 таблиць, 8 рисунків, складається з вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, включає бібліографічний список, у якому 70 літературних джерел, 5 додатків.

РОЗДІЛ 1

ЗБАЛАНСОВАНА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Макроелементи та мікроелементи в системі удобрення кукурудзи

Кукурудза належить до високоурожайних зернових культур, яку вирощують в усіх ґрунтово-кліматичних зонах. Зерно кукурудзи використовують, в основному, на продовольчі та технічні цілі, також має кормове призначення, що обумовлює застосовувати науково-обґрунтований підхід до її вирощування [51].

Серед технологічних елементів вирощування важливе значення має застосування добрив. Збалансована система удобрення за необхідними елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду створює сприятливі умови для розвитку рослин та закладання елементів структури урожаю [2].

Фізіологічною особливістю кукурудзи є тривалий період її вегетації. Порівняно з іншими зерновими культурами вона менш вибаглива до умов мінерального живлення. Коренева система рослин здатна проникати на значну глибину, яка сягає понад 2,0 м, що дозволяє використовувати елементи живлення з нижніх шарів ґрунту [67]. Засвоєння поживних елементів кукурудзою відбувається впродовж вегетації, починаючи від ранніх етапів розвитку до початку періоду дозрівання зерна – фази воскової стиглості. Половина елементів живлення від необхідної для рослин кількості надходить у рослини від викидання волоті до фази цвітіння, коли спостерігається інтенсивний ріст стебла [9].

Для формування високопродуктивних посівів вагому роль для кукурудзи відіграють основні макроелементи, зокрема, азот, фосфор, калій.

Забезпеченість цими елементами першочергова [69]. Отримання урожаю на рівні понад 10,0 т/га неможливе без достатньої забезпеченості рослин мікроелементами, провідне значення серед яких має цинк, бор, молібден, кобальт, манган та купрум [49; 53].

За усередненими даними, для утворення 1 тонни основної та побічної продукції, тобто зерна з відповідною кількістю листків та стебел кукурудза використовує з ґрунту 25 кг азоту, 13 кг фосфору та 29 кг калію [6]. Винос елементів живлення культурою перебуває у прямому взаємозв'язку з ґрунтовими та кліматичними умовами, впровадженими елементами технології вирощування [45].

Азот є провідним елементом живлення для рослин кукурудзи та являється лімітуючим чинником у формуванні продуктивності. Будучи складовою частиною білків, амінокислот, хлорофілу, ферментів та фітогормонів азот здійснює вплив на протікання процесу фотосинтезу і розвиток вегетативних органів кукурудзи [10; 70].

Оптимальний вміст у ґрунті азоту особливо необхідний на початкових етапах розвитку кукурудзи, його нестача в цей період є причиною гальмування росту рослин, відставанням у розвитку. Найбільше азоту засвоюється у період від шести листків до викидання волоті, у пізніші фази, зокрема, у молочній стиглості його надходження в рослини призупиняється. Це пов'язано з протіканням процесів дозрівання зерна [9].

Дослідженнями багатьох науковців доведено, що шляхом застосування азотних добрив підвищується родючість ґрунту та забезпечується збільшення урожайності зерна на 40–55 % [19; 41].

Необхідність застосування фосфорних добрив під кукурудзу пов'язана з визначальним значенням фосфору, яке полягає у впливі на розвиток кореневої системи, прискорює перехід рослин до генеративної фази, що сприяє рівномірному досягненню зерна. Фосфор також входить до складу нуклеїнових кислот, аденозинтрифосфорної кислоти, бере участь у процесах поділу клітин [39].

Калійне живлення кукурудзи сприяє регулюванню водного режиму у рослині, осмотичного тиску, активізує ферментативну активність. Тому внесення калійних добрив підвищує стійкість рослин до посушливих умов, негативного впливу низьких температур [9].

Наукові дослідження свідчать, що максимальна реалізація продуктивного потенціалу кукурудзи можлива лише за умови оптимального співвідношення азоту, фосфору і калію в системі удобрення.

В дослідженнях Танчика С. П. та Центилю Л. В. [52], проведених впродовж п'яти років на чорноземі типовому зазначається, що внесення мінеральних добрив з метою забезпечення рослин основними елементами живлення інтенсифікує продукційний процес кукурудзи. Застосування різних норм добрив характеризується неоднаковою ефективністю. Зокрема, мінеральне удобрення в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечувало підвищення урожайності культури на 1,2 т/га, або 14,0 %, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 2,0 т/га, або 24,7 %. На варіанті з внесенням мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ приріст урожаю був найвищим і складав 2,6 т/га, або 30,5 % при урожайності 11,2 т/га.

Кукурудза чутлива до нестачі магнію, сірки та кальцію. Роль магнію пов'язана з тим, що він є складовою частиною хлорофілу, бере участь у синтезі амінокислот. Нестача магнію призводить до погіршення процесу запилення та знижує зав'язування качанів. Дефіцит сірки призводить до зниження ефективності азотних добрив [39].

Мікроелементи, незважаючи на незначні кількісні потреби, відіграють важливу роль у фізіологічних процесах кукурудзи. На формування однієї тонни основної та побічної продукції з ґрунту вона виносить з ґрунту 108 г мангану, 85 г цинку, 190 г заліза, 10 г бору, 15 г міді. Мікроелементне живлення протікає шляхом мобілізації потенційної та ефективної родючості ґрунтів [17].

Цинк бере участь у синтезі вітамінів, хлорофілу, сприяє підвищенню стійкості рослин до перепадів температури повітря, ураженню

бактеріальними та грибковими хворобами., впливає на формування качанів, Гострий дефіцит цинку зумовлює неповноцінний розвиток рослин.

Манган є важливою складовою фотосинтетичного апарату, забезпечує фотоліз води. За його участю інтенсивно відбувається процес дихання, він регулює окисно-відновні реакції та синтез вітамінів. Нестача цього мікроелементу призводить до порушення азотного обміну, зниження інтенсивності фотосинтезу [37].

Бор бере участь в вуглеводному обміні, синтезу стимуляторів й інгібіторів росту рослини. Незамінною є його участь в процесах поділу клітин та утворенні клітинної мембрани. Мідь впливає на вміст білка у зерні.

Нестача мікроелементів у рослин знижує можливість повної реалізації потенціалу урожайності кукурудзи, враховуючи достатню забезпеченість основними макроелементами – азотом, фосфором, калієм. Тому їх застосування у критичні періоди розвитку має велике значення [17; 56].

Інтенсифікація технології вирощування передбачає внесення мікроелементів у вигляді мікродобрих шляхом позакореневого підживлення. За літературними даними, збалансоване мікроелементне живлення через листову поверхню легкозасвоюваними сполуками підвищує урожайність показники якості зерна [49].

Отже, формування урожайності кукурудзи перебуває в прямій залежності від рівня забезпеченості рослин елементами мінерального живлення, їх збалансованого співвідношення, наявності в ґрунті доступних форм елементів і здатності рослин до ефективного засвоєння. Мінеральне живлення визначає інтенсивність фотосинтезу, ріст вегетативної маси, закладання генеративних органів, формування качана та виповненість зерен. Порушення живлення в будь-який період розвитку призводить до зниження врожайності та погіршення якості продукції.

1.2. Вплив системи удобрення кукурудзи на зміну показників родючості ґрунту

Реалізація потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи забезпечується створенням сприятливих умов для розвитку. Наявність в ґрунті легкозасвоюваних форм елементів живлення є одним з провідних чинників отримання високої продуктивності посівів [4].

Ефективність певного виду добрив залежить від типу ґрунту. Застосування азотних добрив у поєднанні з фосфорно-калійними найбільш результативне на дерново-підзолистих ґрунтах північної частини зони вирощування кукурудзи, тоді як на темно-сірих лісових і чорноземних ґрунтах їх ефективність істотно зменшується. В умовах лучно-чорноземного карбонатного ґрунту кукурудза добре реагує на збалансоване мінеральне удобрення та підвищення норми добрив, що сприяє оптимізації живлення рослин [36].

Аналіз ґрунту за вирощування кукурудзи дозволяє регулювати агрохімічне навантаження в технології вирощування, оскільки оптимальні показники забезпеченості ґрунту основними елементами живлення покладено в основу високої урожайності [5].

Дослідження [1] проведені в Національному науковому центрі «Інститут землеробства НААН» на темно-сірому опідзоленому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті показали, що рівень родючості визначався дією добрив, які вносили безпосередньо під культуру і післядією добрив, які було внесено під попередник у сівозміні. Без внесення добрив в шарі ґрунту 0–20 см вміст легкогідролізованого азоту складав 61 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 172 мг/кг ґрунту, рухомого калію – 94 мг/кг ґрунту. Застосування мінерального удобрення в нормі $N_{60}P_{45}K_{60}$ на фоні побічної продукції попередника, яким була пшениця озима збільшувало їх вміст відповідно до 66, 185 та 97 мг/кг ґрунту. За внесення максимальних норм мінеральних добрив $N_{180}P_{120}K_{180}$ та $N_{240}P_{120}K_{240}$ на фоні соломи

урожайність кукурудзи була найвищою, забезпеченість легкогідролізованим азотом характеризувалася як дуже низька – 65,3–85,4 мг/кг ґрунту, рухомим фосфором – дуже висока (261,5–345,0 мг/кг ґрунту), рухомим калієм – висока (150,0–163,4 мг/кг ґрунту).

Вирощування кукурудзи в п'ятипільній польовій сівоzmіні впливало на фізико-хімічні властивості сірого лісового ґрунту. За внесення гною під культуру в нормі 60 т/га на фоні мінеральних добрив в нормі $N_{40-80}P_{30-60}K_{40-80}$ реакція ґрунтового розчину зміщувалася в сторону слабокислої. Показник $pH_{\text{сол.}}$ становив 5,2-5,3. При застосуванні мінеральної системи удобрення без внесення органічних добрив значення $pH_{\text{сол.}}$ залишалося у межах середньокислої реакції. Органо-мінеральна система удобрення з внесення 12 т/га гною та добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{80}$ та органічна з застосуванням 12 т/га гною вплинула на підвищення вмісту загального гумусу в ґрунті. Вміст гумусу на цих варіантах складав 1,35 та 1,37 % за показника на контролі без добрив 1,01 %. Зазначене удобрення забезпечило оптимізацію показників вмісту легкогідролізованого азоту, рухомих сполук фосфору і калію на кінець ротації сівоzmіни [26].

Відомо, що збалансована система удобрення, яка включає застосування органічних та мінеральних добрив, здійснює позитивний вплив на гумусний стан ґрунтів та баланс поживних елементів. Вирощування сільськогосподарських культур, що залишають після себе значну кількість біомаси в довготривалих сівоzmінах за правильного їх чергування, забезпечує підвищення продуктивності ґрунту та агроценозу в цілому [46].

Науково-обґрунтована система удобрення є головним фактором збереження родючості ґрунтів та збалансованого за елементами мінерального живлення колообігу в системі ґрунт – рослина – добриво. Баланс гумусу та елементів живлення стійкість ґрунтової системи до процесу руйнівного деградації [36; 65].

В дослідженнях проведених на дерново-підзолистому ґрунті Полісся, вирощування сільськогосподарських культур, зокрема і кукурудзи, без

внесення мінеральних добрив призводило до зниження рівня ґрунтової родючості. Як результат, отримано від'ємний баланс гумусу та основних елементів живлення – азоту, фосфору та калію. За вирощування кукурудзи використання мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{100}K_{80}$ сприяло стабілізації балансу гумусу, який складав +0,67 т/га за інтенсивності балансу 151 %. На фоні мінерального удобрення в нормі $N_{120}P_{150}K_{160}$ внаслідок активізації процесів мінералізації відбувалося зниження загального балансу гумусу до 0,60 т/га, інтенсивність балансу складала 143 %. На варіанті без внесення добрив спостерігався дефіцитний баланс гумусу, його показник становив - 0,06 т/га, інтенсивність балансу – 96 % [35].

Дослідники зазначають, що кукурудза – це вимоглива культура до мінерального живлення, тому на основі системного аналізу її вирощування, внесених норм та форм добрив можна змоделювати зміни поживного режиму ґрунту [10; 46].

У дослідженнях [5] систематичне внесення органічних та мінеральних добрив сприяло поліпшенню поживного режиму чорнозему опідзоленого. Застосування мінерального удобрення в нормі $N_{100}P_{90}K_{90}$ на фоні післядії внесеного гною забезпечило найвищий вміст натратного азоту в ґрунті у фазу ВВСН кукурудзи 14-15, який складав 26,9 мг/кг ґрунту за показника на контролі без добрив 17,3 мг/кг ґрунту. На цьому варіанті отримано максимальний вміст амонійних та мінеральних форм азоту, які відповідно дорівнювали 22,1 та 48,7 мг/кг ґрунту, на неудобреному варіанті їх вміст був на рівні 18,0 та 35,0 мг/кг ґрунту.

Потреба гібридів кукурудзи в елементах живлення істотно варіює залежно від напрямку, тривалості вегетаційного періоду та інших біологічних особливостей. В зв'язку з цим, визначення оптимального вмісту в ґрунті основних мікроелементів з метою отримання високої урожайності є важливим і актуальним завданням аграрної науки та виробництва.

1.3. Ефективність різних систем удобрення за вирощування кукурудзи

Збільшення валових обсягів виробництва зерна можливо досягти вирощуванням гібридів, які характеризуються високою продуктивністю, застосуванням удосконалених інтенсивних технологічних елементів вирощування. Система удобрення, яка включає збалансоване внесення органічних та мінеральних добрив сприяє поліпшенню родючості ґрунту, підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур [20; 29].

Науковці [31; 64] зазначають, що застосування мінеральних добрив з метою забезпечення рослин елементами мінерального живлення є визначальним фактором формування урожайності. В результаті обґрунтованого внесення добрив та засвоєння рослинами поживних речовин зростає ефективність їх застосування.

Процес управління живленням рослин кукурудзи передбачає внесення добрив з урахуванням ґрунтових та кліматичних умов, правильний вибір строків застосування добрив та урахування виносу кожного елементу культурою. Дотримання балансу між показниками урожайності та коефіцієнтом використання елементів живлення, який виражає ефективність використання добрив є основою раціонального землекористування [50].

Норми внесення мінеральних добрив під кукурудзу визначаються сукупністю чинників, зокрема ґрунтово-кліматичними умовами, рівнем забезпеченості ґрунту поживними речовинами, біологічними особливостями вирощуваного гібриду, а також наявністю післядії добрив, внесених під попередник. У середньому рекомендовані норми азотних добрив становлять від 80 до 200 кг/га діючої речовини залежно від типу та родючості ґрунту. При цьому зазвичай 30–50 % від загальної норми азоту вносять перед сівбою або під час сівби, а решту рекомендовано внести в період вегетації у підживленні. Оптимальні дози фосфорних добрив коливаються у межах від 40 до 80 кг/га діючої речовини і вносяться в основному удобренні, або під

час сівби. Калійні добрива рекомендується застосовувати в нормі від 80 до 120 кг/га калію [39; 54].

У дослідженнях Харченко О. В. та співавторів [15] застосування мінеральних добрив підвищувало ефективність використання кукурудзою поживних елементів з ґрунту, що проявилось у збільшенні урожайності зерна за посушливих умов вегетаційного періоду. Отримані прирости врожайності зерна, залежно від вирощуваного гібриду, були в межах від 0,85 до 1,15 т/га.

Планування системи удобрення кукурудзи передбачає врахування попередника, а також залежить від насиченості сівозміни цією культурою. В матеріалах Літвінова Д. В. та Товстенка М. П. [25] зазначається, що на збільшення урожайності та якості зерна впливало розміщення її після кращих попередників. За вирощування кукурудзи у чотирипільній сівозміні після пшениці озимої на фоні 40 т/га гною та мінеральних добрив $N_{60}P_{40}K_{60}$ отримано найвищий приріст урожайності, який був на рівні 2,71 т/га. Застосування лише мінеральних добрив забезпечувало нижчий приріст урожаю 2,44 %.

Поєднання азотно-фосфорно-калійного удобрення з внесенням мікродобрив характеризується вищою ефективністю щодо впливу на продуктивність кукурудзи. Використання мікродобрив має суттєве значення у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, оскільки сприяє регуляції ростових і фізіологічних процесів у рослинах, підвищенню їхньої стійкості до несприятливих гідротермічних умов, а також забезпечує збільшення врожайності та покращення якісних показників продукції [68].

На темно-сірому лісовому ґрунті доведено ефективність сумісного внесення карбаміду та халатних мікродобрив, які застосовували на фоні мінеральних добрив в нормі 60 кг/га азоту, 45 кг/га фосфору та 45 кг/га калію за діючою речовиною. Залежно від рівня мінерального удобрення приріст урожайності кукурудзи відносно контрольного варіанту коливався від 0,40 до 0,82 т/га, або від 6,5 до 13,0 %. Найвищий показник урожайності отримано в результаті позакореневого підживлення посівів карбамідом у нормі 10 кг/га

азоту у діючій речовині у фазах ВВСН 15–16 та ВВСН 18–19 та Квантум-хелат цинк EDTA + Квантум кукурудза. Урожайність була на рівні 7,05 т/га та перевищила контрольний варіант на 13,4 % [55].

Результати трирічних досліджень [58] показали підвищення ефективності основного мінерального удобрення внаслідок позакореневого підживлення мікродобривами, що проявилось в підвищенні продуктивності середньораннього гібриду LG 3258. Внесення 160 кг/га азоту, 120 кг/га фосфору та 120 кг/га калію за діючою речовиною та листкове підживлення мікродобривами, карбамідом з концентрацією 5 % та сульфатом магнію, 5 % забезпечило приріст урожайності відносно варіанту самих мінеральних добрив на рівні 1,05 т/га. Отриманий рівень урожайності складав 13,2 т/га.

На чорноземі типовому мало гумусному удобрення кукурудзи різними нормами мінеральних добрив сприяло підвищенню маси 1000 зерен від 3,0 до 22,0 г порівняно з контролем. Найвищі показники маси 1000 зерен у гібридів кукурудзи ДН Патріот та ДН Фієста були отримані за внесення мінеральних добрив у нормі 45 кг/га діючої речовини азоту, 40 кг/га фосфору, 60 кг/га калію та карбаміду у дозі 15 кг/га у поєднанні з листовим підживленням мікродобривом Новалон Фоліар, 1,0 кг/га на фоні полицевого обробітку ґрунту. Показники відповідно складали 263 та 275 г та перевищували контрольний варіант на 10 та 8 г. Середньостиглий гібрид ДН Джулія максимальну масу 1000 зерен формував за умов поверхневого обробітку ґрунту, де цей показник досягав 278 г, що на 8,6 % більше порівняно з контролем. Урожайність вирощуваних гібридів також була найвищою за вказаної норми мінеральних добрив і в гібриду ДН Патріот складала 6,58 т/га, ДН Фієста – 7,48 т/га, ДН Джулія – 7,52 т/га [24].

В Уманському національному університеті садівництва проводили дослідження з вивчення впливу застосування мікродобрив ТМ «Актив-Харвест» на розвиток та продуктивність рослин кукурудзи. Дослідження показали, що застосування мікродобрив подовжували період настання фаз культури від двох до п'яти днів залежно від схеми застосування. Найвищою

ефективністю відзначалися варіанти з підживленням мікродобривами Макро в нормі 1,0 л/га, Прайм 0,5 л/га, Цинк, 2,0 л/га, Бор 0,3 л/га та на варіантах, де у фазах ВВСН 15–19 застосовували Злак, 1,5–2,0 л/га, Цинк, 1,0–2,0 л/га, Бор, 0,5 л/га, Полімікс, 0,5 л/га. Позакореневе внесення мікродобрив ТМ «Актив-Харвест» залежно від періоду застосування та схеми досліду забезпечувало підвищення урожайності культури в межах від 0,25 до 1,05 т/га порівняно з контрольним варіантом [49].

На сірому лісовому середньо суглинковому ґрунті застосування мікродобрива Хелатин Цинк в нормі 2 л/га забезпечувало отримання середньої урожайності на рівні 8,7 т/га, яка перевищувала контроль на 0,54 т/га. Сумісне застосування добрива Хелатин Цинк з біостимулятором росту Регоплант збільшувало урожайність до 9,77 т/га, що вище від варіанту без проведення підживлення на 1,61 т/га [59].

У матеріалах Ласла О. О. та Олєпіра Р. В. [22] обґрунтовано ефективність комплексного удобрення в технології вирощування кукурудзи з застосуванням карбамідо-аміачної суміші марки 32 в нормі 50 кг/га та мікродобрив в умовах Центрального Лісостепу. Внесення КАС-32 у поєднанні з мікродобривом Авангард Кукурудза, 2,0 л/га яке містить комплекс мікроелементів сприяло отриманню урожайності на рівні 9,27 т/га зерна. Урожайність на контрольному варіанті, де застосовували лише КАС складала 8,30 т/га. Сумісне внесення мікродобрив та карбамідо-аміачної суміші поліпшувало якісні показники кукурудзи, зокрема, середня маса качана складала 179 г за показник на контролі 174 г, маса 1000 зерен – 307 г за значення на контролі 298 г.

Отже, наведені літературні дані доводять, що система удобрення є вагомим чинником управління продукційним процесом кукурудзи. Збалансована за елементами мінерального живлення система удобрення та обґрунтоване внесення добрив забезпечує підвищення урожайності та поліпшення якісних показників зерна.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика клімату території та погодні умови у роки досліджень

Багаторічний режим погоди, який встановлюється на певній території і характеризується своєрідними показниками сонячної радіації та взаємопов'язаний з циркуляцією атмосфери та океану формує клімат території. Спостереження за кліматичними змінами дозволяють оцінити та виявити загрози пов'язані з цими змінами з урахуванням наслідків [12]. Причиною кліматичних змін є антропогенний чинник, що в кінцевому результаті призводить до економічного зростання, або спаду. Зміни клімату визначаються комплексом метеорологічних показників, тому їх важливо враховувати з метою впровадження адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур [8; 44].

Дослідження згідно з темою кваліфікаційної роботи проводили у виробничому підрозділі “.....”, який знаходиться селі району Львівської області. За природним сільсько-господарським районуванням територія відноситься до провінції Передкарпаття, Передкарпатського округу, природного сільськогосподарського району. Це підзона достатнього зволоження ґрунтів.

За даними Позняка С. П. (2019), згідно з багаторічними спостереженнями, найхолоднішим місяцем зими є січень, найнижча середня місячна багаторічна температура якого складала $-12,4^{\circ}\text{C}$. Середньодобова температура повітря переходить через $+5^{\circ}\text{C}$ у другій декаді квітня, що є початком відновлення вегетації навесні. Найтеплішим місяцем літнього періоду є липень з багаторічною середньодобовою температурою $17,6^{\circ}\text{C}$.

Тривалість без морозного періоду з температурою вище $+5^{\circ}\text{C}$ на території становить 211 днів. Сума активних температур понад $+10^{\circ}\text{C}$ – 2476°C .

Середньомісячна температура повітря вегетаційного періоду 2024 року відзначалася вищими показниками порівняно з 2025 роком та перевищувала багаторічні показники (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Середня місячна температури повітря в період досліджень за даними метеостанції, $^{\circ}\text{C}$ (2024–2025 рр.)

Рік	Місяці						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2024	11,2	15,2	18,8	21,7	21,1	17,5	9,5
2025	9,7	10,0	17,8	19,4	17,8	15,5	7,7
Середня багаторічна	7,9	13,8	16,8	18,6	17,6	13,2	8,2
Відхилення							
2024	3,3	1,4	2,0	3,1	3,5	4,3	1,3
2025	1,8	-3,8	1,0	0,8	0,2	2,3	-0,5

У весняний період в квітні та травні температура повітря становила відповідно 11,2 та $15,2^{\circ}\text{C}$, що перевищило багаторічну на 3,3 та $1,4^{\circ}\text{C}$. Середня температура червня зросла до $18,8^{\circ}\text{C}$. Істотне зростання температури відбулося у липні та серпні, що припадає на період активного росту та формування качанів у кукурудзи. Показники відповідно сягали 21,7 та $21,1^{\circ}\text{C}$, перевищення багаторічних показників було на рівні 2,0 та $3,1^{\circ}\text{C}$. Перевищення багаторічного показника у вересні сягало $4,3^{\circ}\text{C}$.

Середня місячна температура повітря вегетаційного періоду 2025 року незначно відхилялися від багаторічних значень, проте травень був холоднішим, відзначено зниження показника на $3,8^{\circ}\text{C}$.

Перший рік досліджень відзначався посушливими погодними умовами, випаданням низької кількості опадів, яка в окремі місяці була нижчою за

багаторічну (22абл. 2.2). Зокрема, у травні кількість опадів була меншою за багаторічну на 65 мм, у липні, серпні – відповідно на 45,3, 43,8 мм.

Таблиця 2.2 – Розподіл суми опадів за місяцями в період досліджень, за даними метеостанції (2024–2025 рр.)

Рік	Місяці						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2024	58,1	11,4	86	45,3	31,5	81,4	45,0
2025	60,3	69,1	41,3	180,5	70,4	69,6	32,4
Середня багаторічна	43,1	76,4	85,2	90,6	75,3	60,8	36,4
Відхилення							
2024	15,0	-65,0	0,8	-45,3	-43,8	20,6	8,6
2025	17,2	-7,3	-43,9	89,9	-4,9	8,8	-4,0

У 2025 році спостерігалось нерівномірне випадіння опадів за місяцями. В червні випало 41,3 мм, що нижче від багаторічної кількості на 43,9 мм. Найвища кількість опадів спостерігалася у липні – 180,5 мм та перевищила багаторічну суму опадів цього місяця на 89,9 мм.

Враховуючи варіабельність погодних умов, посіви кукурудзи відзначалися високою продуктивністю.

2.2. Характеристика ґрунту дослідної ділянки

На сучасному етапі, завдання землеробства полягає у створенні сприятливих умов для продуктивного використання сільськогосподарських угідь, що забезпечується не лише отриманням високої урожайності культур, а й відтворенням родючості ґрунту. Важливим є пошук шляхів раціонального використання ґрунтових ресурсів, оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту, мікробіологічного та поживного режиму. Провідне значення в цій

системі має систематичний контроль за основними показниками родючості ґрунту [7].

Аналіз ґрунтово-географічного районування території розташування виробничого підрозділу господарства вказує, що вона відноситься до Карпатської ґрунтово-географічної країни, Гірсько-буроземного поясу, Передкарпатської височини, височинної області (Позняк С. П., 2019).

Дослід закладали на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному ґрунті. За гранулометричним складом ґрунт грубопилувато-легкосуглинковий, який сформувався на давньо-алювіальних суглинках. Утворення цього типу ґрунту відбувалося під мішаними та сосновими лісами за застійно-промивного типу водного режиму. Тип профілю елювіально-ілювіальний з вираженим процесом опідзолення та глейовими, гумусу-аккумулятивними процесами [40].

У профілі дерново-підзолистого поверхнево-оглеєного ґрунту виділяють горизонти:

NEq1 (0–30 см) – гумусо-елювіальний оглеєний горизонт, характеризується грудочкувато-зернистою структурою, має низьку щільність, наявні копроліти та ходи черв'яків, присипка кремнезему, вологий, на глибині 20 см зустрічаються плями білуватого кольору, наявні ферум-манган ортштейни та дрібні корені, перехід у нижній горизонт різкий.

E(h)q1 (31–42 см) – елювіальний оглеєний слабогумусований горизонт, має сіре забарвлення з білим відтінком з вираженими іржаво-бурими плямами у нижній частині, за структурою горіхувато-пластинчастий, низької щільності, пухкий, діаметр Fe-Mn утворень досягають в діаметрі 5 мм, спостерігаються гумусові натіки у місцях тріщин та дрібні корені, перехід в наступний горизонт ясний.

EIq1 (43–60 см) – елювіально-ілювіальний оглеєний горизонт, характеризується горіхувато-дрібнопризматичною структурою та затіканням SiO₂, спостерігаються натіки аморфного кремнезему діаметром 3 мм на

гранях структурних окреможностей, агрегати бурувато-білого кольору, горизонт щільний, тріщинуватий, ферум-манган ортштейни сягають діаметру від 4 до 8 мм.

Ieq1 (61–85 см) – горизонт ілювіальний оглеєний слабоілювіований, характерною ознакою якого є бурий колір з темно-бурим натіканням R_2O_3 на структурних агрегатах, у тріщинах між агрегатами наявне білувате наповнення аморфного кремнезему, червоточини зустрічаються зрідка, щільність висока, перехід у нижній горизонт хвилястий.

Iql(fr) (86–130 см) – ілювіальний оглеєний горизонт, наявне строкате забарвлення та бурі натіки R_2O_3 , структура грубо-призматична, за гранскладом горизонт грубопиловато-легкосуглинковий, ущільнений, щільність збільшується з глибиною, корені рослин зустрічаються рідко, перехід поступово виражений.

PIq (131–150 см) – ілювійована оглеєна порода, за кольором світло-бура, відзначається брилуватістю та наявністю іржавих плям, на тріщинах наявні натіки кремнезему, дендрити, щільність висока [27].

Структурний стан дерново-підзолистого поверхнево-оглеєного ґрунту незадовільний. Щільність твердої фази у орному шарі складає $1,26 \text{ г/см}^3$, загальна шпаруватість 48 %, польова вологість – 20 %. Цілинні дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти мають низькі фізико-хімічні показники, окультурення сприяє їх поліпшенню. Вміст обмінних катіонів кальцію в шарі 0–30 см складає $19,3 \text{ ммоль-екв/100 г ґрунту}$, магнію – $4,5 \text{ ммоль-екв/100 г ґрунту}$, ступінь насичення основами – 90 % [40].

До закладання дослідів ґрунт характеризувався низькою забезпеченістю гумусом в шарі 0–20 см на рівні 2,17% та близькою до нейтральної реакцією середовища – $\text{pH}_{\text{KCl}} 6,41$ (табл. 2.3).

За вмістом легкогідролізованих сполук азоту (за Корнфільдом) ґрунт дуже низько забезпечений – 105 мг/кг ґрунту . Вміст фосфору та калію (метод Чирикова) визначається як середній – відповідно 76 та 65

Таблиця 2.3 – Забезпеченість дерново-підзолистого поверхнево-оглеєного ґрунту елементами живлення до закладання дослідів
(середнє за 2024-2025 рр.)

Показник	Шар ґрунту	
	0-20 см	21-40 см
Вміст гумусу, %	2,17	2,01
pH _{KCl}	6,41	6,32
Легкогідролізований азот, мг/кг ґрунту	105	94
Рухомі сполуки фосфору, мг/кг ґрунту	86	80
Обміні сполуки калій, мг/кг ґрунту	79	74

Дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти є однією з важливих складових ґрунтових ресурсів зони. Сільськогосподарське використання цих ґрунтів та обґрунтоване внесення добрив позитивно впливає на зміну їх властивостей.

2.3. Методика проведення досліджень

Отримання достовірних і науково-обґрунтованих результатів в польових та лабораторних дослідженнях забезпечується дотриманням чітко розробленої методики. Правильність та послідовність виконання методики дозволяє мінімізувати вплив випадкових факторів та підвищує точність дослідів. Дотримання методичних вимог дає можливість об'єктивно порівнювати різні варіанти дослідів, оскільки всі вони проводяться в однакових умовах та є підставою для формування висновків [16].

Методика досліджень передбачала закладання польового дослідів за схемою:

1 Контроль (без добрив)

2. N₁₁₀P₇₀K₁₀₀

3. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза), 1,3 л/га (ВВСН 13)

4. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза), 1,3 л/га (ВВСН 13) + Мікро-Мінераліс (кукурудза), 1,3 л/га (ВВСН 17)

5. $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза), 1,3 л/га (ВВСН 13) + Мікро-Мінераліс (кукурудза), 1,3 л/га (ВВСН 17)

Фосфорні та калійні добрива у вигляді суперфосфату (19 % P_2O_5) та калімагу (44 % K_2O) вносили під зяблевий обробіток ґрунту. З азотних добрив використовували аміачну селітру (32 % N) під культивуацію.

На фоні мінеральних добрив проводили позакореневе підживлення посівів кукурудзи комплексним мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) з нормою внесення 1,3 л/га у фазах за ВВСН 13 та 17. Норма витрати робочої рідини 300 л/га.

До складу мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) входить комплекс найважливіших мікроелементів у вигляді амонійно-карбоксилатних комплексонів, зокрема, цинк – 1,5 %, манган – 1,0 %, мідь – 0,8 %, ферум – 0,5 %, бор – 0,5 %, магній – 4,0, азот – 5,0 %.

У дослідженнях користувалися загальноприйнятою методикою [16]. Дослід закладали у триразовій повторності. Посівна площа ділянки складала 81 м², облікова площа ділянки – 49 м². Схема розміщення варіантів рендомізована (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Схема розміщення ділянок у польовому досліді

Повторення	Варіанти досліді				
I	1	4	2	3	5
II	4	3	5	1	2
III	3	1	2	5	4

Відбирання ґрунтових зразків для визначення агрохімічних показників родючості проводили з шару 0–20 та 21–40 см відповідно до методики ДСТУ ISO 11464:2007 [63]. Вміст гумусу визначали за методом Тюріна, pH_{KCl} – за ДСТУ ISO 10390:2007 [62]. Забезпеченість ґрунту у період

вегетації сполуками легкогідролізованого азоту проводили за методом Корнфільда [61], рухомого фосфору та обмінного калію – відповідно до методу за Чирикова. Визначали якісні показники зерна, зокрема, масу 1000 зерен відповідно до ДСТУ 4233 : 2003, вміст жиру – метод знежиреного залишку.

Дослідження передбачали проведення фенологічних спостережень за ростовими процесами рослин. Проводили визначення структурних елементів урожаю та урожайності, отримані дані перераховували на гектарну площу. Для проведення математично-статистичного аналізу застосовували редактор Microsoft Excel та програму Statistica 6.0. Розрахунки енергетичної ефективності вирощування кукурудзи здійснювали згідно методики методики О. К. Медведовського [30].

2.4. Технологія вирощування кукурудзи на дослідному полі і характеристика гібриду

В сучасних умовах господарювання важливо застосовувати адаптивні технології вирощування сільськогосподарських культур, що забезпечують розкриття генетичного потенціалу вирощуваного сорту чи гібриду.

Технологія вирощування кукурудзи на дослідному полі була загальноприйнятою для Передкарпаття. Основний обробіток полягав у проведенні дискування на глибину 7 см після збору попередника – пшениці озимої дисковим знаряддям Vaderstad Carrier XL. Агрозахід здійснювався з метою подрібнення рослинних решток та знищення бур'янів.

Наступним заходом з обробітку ґрунту була зяблева оранка на глибину 27 см оборотним плугом New Holland PSHV81080S XSD, що забезпечує якісний обробіток ґрунту. Оранка формує оптимальний структурний стан орного шару, створюється сприятливий водний та повітряний режим ґрунту. Також захід був спрямований на загортання рослинних решток, знищення бур'янів, боротьбу з хворобами та зимуючими шкідниками.

Навесні, в системі передпосівного обробітку ґрунту проводили культивуацію на глибину 10 см. Підготовка ґрунту до сівби культури здійснювалася комбінованим знаряддям Maschio Gaspardo, що забезпечує вирівнювання поля та дрібно-грудочкувату структуру ґрунту.

Сівбу кукурудзи проводили за температури ґрунту 10 °С на глибині 10 см, що створило сприятливі умови для проростання насіння. Висівали насіння на глибину 5 см пневматичною сівалкою точного висіву Monosem NX2-8R з нормою висіву 80 тис./га з метою формування оптимальної передзбиральної густоти для вирощуваного гібриду. Ширина міжрядь складала 70 см.

Важливе значення у вирощуванні кукурудзи має захист від бур'янів. У зв'язку з цим, вносили досходовий гербіцид Пріме́кстра Голд, 720 SC,, к.с. з нормою витати 3,0 л/га, який ефективно контролює на початкових етапах розвитку однорічні злакові та дводольні бур'яни. Діючою речовиною препарату є S–метолахлор, 400 г/л + атразин, 320 г/л. У період вегетації вносили післясходові гербіциди для знищення однорічних та багаторічних злакових та дводольних бур'янів. В фазу BBCH 13-15 посіви обприскували баковою сумішшю препаратів Банвел 4S 480 SL, в.р.к., 0,6 л/га (діюча речовина – дикамба, 480 г/л) та Люмакс 537,5 SE, с.е., 3,7 л/га (S–метолахлор, 375 г/л, тербутилазин, 125 г/л, мезотрон, 37,5 г/л).

Захист посівів від пошкодження стебловим кукурудзяним метеликом, який завдає значної шкоди посівам полягав у внесенні інсектициду Рімон Фаст, к.с., 0,5 л/га за перевищення економічного порогу шкодочинності шкідником. Діючими речовинами препарату є новалурон, 50 г/л + біфентрин, 50 г/л.

Засоби захисту рослин застосовували згідно регламентів Переліку пестицидів та агрохімікатів дозволених до використання в Україні [38].

На дослідній ділянці вирощували гібрид кукурудзи П8409 з показником ФАО 260, що відноситься до середньоранньої групи стиглості,

зернового напряму використання. Заявником та власником сорту є Товариство з обмеженою відповідальністю «Піонер Насіння Україна» [14].

За описом зовнішніх морфологічних ознак перший листок відзначається сильним антоціановим забарвленням піхви. Листок має помірний зелений колір з помірною хвилястістю країв, положення листкової пластинки у просторі – похиле. Качан гібриду П8409 середньої довжини, у середній частині великого діаметру, ніжка коротка. Важливою видовою ознакою є конусно-циліндрична форма качана (рис. 2.1).



Рис. 2.1 Качан кукурудзиу період збирання у 2025 році

Гібрид характеризується періодом цвітіння від раннього до середнього, помірним антоціановим забарвленням колосових лусок волоті. Кут між головною віссю та бічними гілочками волоті середній. Відстань від нижньої бічної гілочки до верхівки головної осі середня.

Висота кріплення нижнього качана становить 84,3 см. За результатами сортовипробувань стійкість до посухи, вилягання та пухирчастої сажки оцінюється на рівні 9 балів. Потенціал урожайності 12 т/га зерна [33].

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ В ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)

3.1. Вплив удобрення на забезпеченість ґрунту основними елементами живлення у вегетаційний період кукурудзи

Реалізація генетичного потенціалу продуктивності кукурудзи та отримання максимальної урожайності забезпечується оптимальним вмістом у ґрунті основних елементів живлення, зокрема, азоту, фосфору та калію впродовж вегетації. Оптимізація мінерального удобрення кукурудзи сприяє запобіганню неефективного використання мінеральних добрив та зниженню економічних втрат [1].

Проведення агрохімічного аналізу ґрунту є провідним фактором регулювання агрохімічного навантаження у технології вирощування сільськогосподарських культур [36].

Проведеними дослідженнями на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному ґрунті, встановлено зростання вмісту легкогідрозізованого азоту внаслідок застосування добрив на різних етапах розвитку кукурудзи (табл. 3.1).

На варіанті без застосування добрив у фазу ВВСН 56, на яку припадає середина викидання волоті у рослин кукурудзи, вміст легкогідрозізованого азоту знаходився на найнижчому рівні і становив 86 мг/кг ґрунту. Застосування мінеральних добрив в нормі $N_{110}P_{70}K_{100}$ забезпечило збільшення його вмісту у ґрунті до 137 мг/кг ґрунту, що перевищувало контрольний варіант на 51 мг/кг ґрунту. Позакореневе підживлення посівів кукурудзи комплексним мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) у фазу за ВВСН 13 на фоні мінеральних добрив незначно впливало на зміну вмісту сполук легкогідрозізованого азоту. Його значення було на рівні 139 мг/кг

грунту. За дворазового позакореневого підживлення культури на мінеральному фоні показник складав 141 мг/кг ґрунту.

Таблиця 3.1 – Забезпеченість ґрунту в шарі 0–20 см легкогідролізованим азотом у період вегетації кукурудзи залежно від удобрення, мг/кг ґрунту (середнє 2024-2025 рр.)

Варіант	Фаза визначення	
	ВВСН 56	ВВСН 87
1. Контроль (без добрив)	86	64
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	137	110
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	139	112
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	141	115
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	152	123

Найвищий вміст легкогідролізованого азоту, на рівні 152 мг/кг ґрунту, забезпечило основне внесення мінеральних добрив у нормі N₁₆₀P₁₀₀K₁₃₀ та дворазове підживлення посівів кукурудзи мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза). Збільшення вмісту показника відносно контролю становило 66 мг/кг ґрунту.

Впродовж вегетаційного періоду рослини використовують елементи мінерального живлення з ґрунту і цим забезпечується їх сприятливий ріст та розвиток, утворення генеративних органів. Тому, у пізнішу фазу розвитку ВВСН 87, на основі агрохімічного аналізу ґрунту, встановлено зниження вмісту азоту легкогідролізованих сполук. Проте, відзначено подібну тенденцію до зростання їх вмісту за варіантами досліджу.

На контрольному варіанті у цій фазі забезпеченість азотом була на рівні 64 мг/кг ґрунту. На фоні мінерального удобрення в нормі $N_{110}P_{70}K_{100}$ збільшувалася на 46 мг/кг ґрунту і складала 110 мг/кг ґрунту. Варіанти 3 та 4 з внесенням мікродобрих на мінеральному фоні забезпечили отримання вмісту азоту на рівні 112 та 115 мг/кг ґрунту. Збільшення норми мінеральних добрив до $N_{160}P_{100}K_{130}$ у поєднанні з позакореневим підживленням сприяло його зростанню до 123 мг/кг ґрунту, що було вищим від контролю на 59 мг/кг ґрунту.

Вміст рухомого фосфору в шарі 0–20 см дерново-підзолистого поверхнево-оглеєного ґрунту зростає на варіантах застосування мінерального удобрення (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Зміна вмісту рухомого фосфору в ґрунті за різних фонів мінерального удобрення на глибині 0–20 см (середнє за 2024-2025 рр.),

мг/кг ґрунту

Варіант	Фаза визначення	
	ВВСН 56	ВВСН 87
1. Контроль (без добрив)	72	61
2. $N_{110}P_{70}K_{100}$	97	84
3. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	98	86
4. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	99	88
5. $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	110	96

Вміст рухомого фосфору у ґрунті при вирощуванні кукурудзи без застосування добрив характеризувався як найнижчий і у фазу ВВСН 56

складав 72 мг/кг ґрунту. За внесення фонової норми добрив $N_{110}P_{70}K_{100}$ його вміст складав 97 мг/кг ґрунту, що вище від контролю на 25 мг/кг ґрунту. В результаті одноразового та дворазового позакореневого підживлення посівів добривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) показники вмісту рухомого фосфору були на рівні фоновому варіанту удобрення і складали 98 та 99 мг/кг ґрунту. Найбільший вплив на зміну його вмісту здійснювало внесення добрив в нормі $N_{160}P_{100}K_{130}$ сумісно з підживленням. Вміст рухомого фосфору був на рівні 110 мг/кг ґрунту, що вище від неудобреного варіанту на 38 мг/кг ґрунту.

Засвоєння кукурудзою фосфору в процесі розвитку обумовило його зменшення в ґрунтовому розчині на період фізіологічної стиглості кукурудзи. Так, у 87 фазі вміст рухомого фосфору на контролі складав 61 мг/кг ґрунту. На удобрюваному фоні варіанту 2 – 84 мг/кг ґрунту, зростання його вмісту було на рівні 23 мг/кг ґрунту. Позакореневе внесення мікродобрив на варіантах 3 та 4 забезпечило показники, які складали відповідно 86 та 88 мг/кг ґрунту. За найвищого рівня удобрення застосованого на варіанті 5 вміст рухомого фосфору сягав 96 мг/кг ґрунту та був максимальним у цій фазі визначення.

Вміст обмінного калію у ґрунті також визначався варіантом застосування добрив (рис. 3.1). Згідно отриманих даних у першу фазу визначення, вміст обмінного калію на контролі – без добрив знаходився на рівні 64 мг/кг ґрунту. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{110}P_{70}K_{100}$ та проведення позакорневих підживлень комплексним мікродобривом на його фоні збільшувало вміст обмінного калію у верхньому шарі ґрунту від 90 до 94 мг/кг ґрунту. Збільшення норми мінеральних добрив до $N_{160}P_{100}K_{130}$ та позакореневе внесення мікродобрив на їх фоні сприяло підвищенню вмісту калію порівняно з контрольним варіантом на 39 мг/кг ґрунту. Показник вмісту складав 103 мг/кг ґрунту та відзначався як найвищий.

Станом на фазу BBCH 87 вміст обмінного калію на неудобреному фоні був на рівні 51 мг/кг ґрунту. Застосування добрив обумовлювало його підвищення на різні величини. Фонова норма мінеральних добрив, внесених

на другому варіанті збільшувала його вміст на 24 мг/кг ґрунту. На варіантах позакореневого підживлення забезпеченість обмінним калієм перебувала на рівні фонового варіанту.

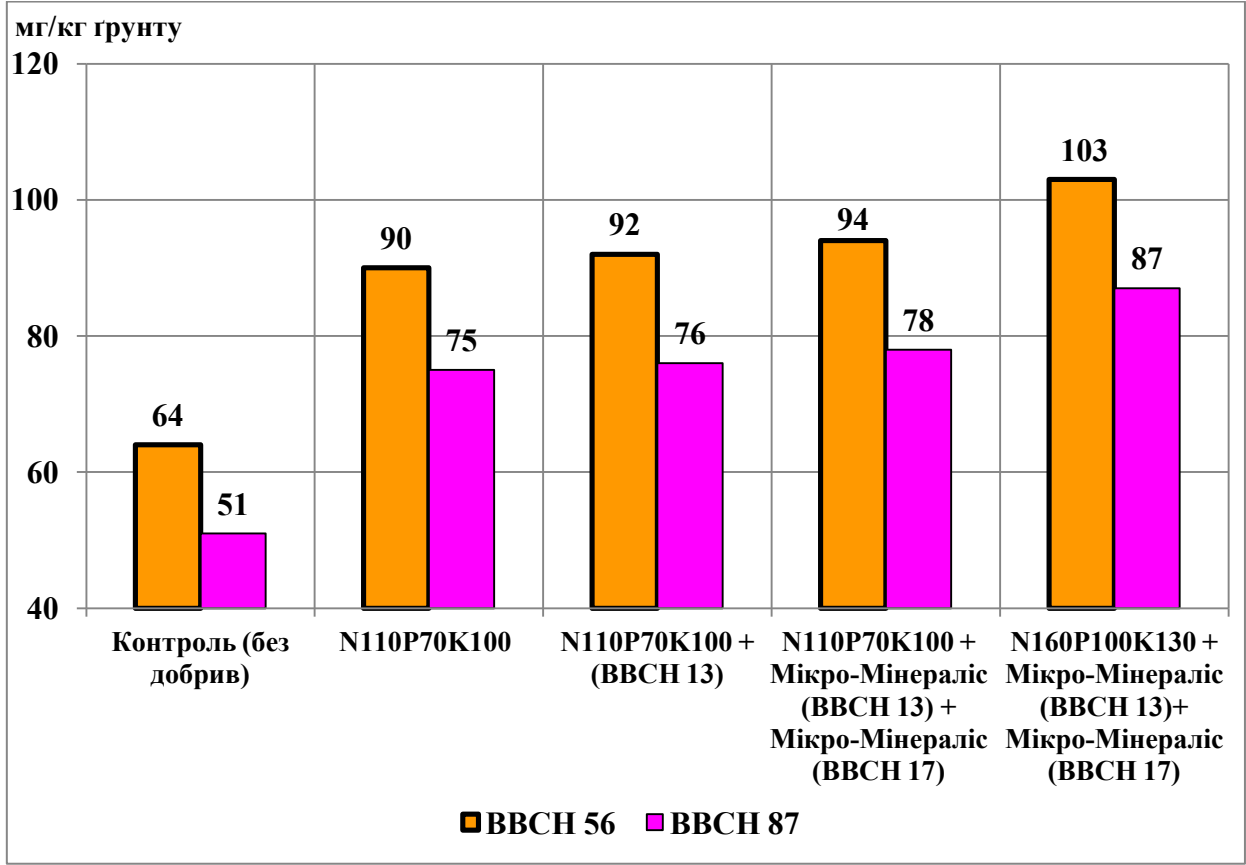


Рисунок 3.1 – Вплив удобрення на зміну вмісту обмінного калію у шарі ґрунту 0–20 см за вегетаційний період кукурудзи, мг/кг ґрунту (середнє 2024-2025 рр.)

Найвищий вміст обмінного калію у фазу BBCH 87 відзначено на варіанті 5, де склав 87 мг/кг ґрунту.

Таким чином, підвищення вмісту основних елементів живлення у ґрунті в більшій мірі, визначалося нормою внесення мінеральних добрив, позакореневе підживлення комплексним мікродобривом не істотно змінювало вміст показників.

3.2. Ріст та розвиток кукурудзи залежно від умов мінерального живлення

Активність фотосинтетичної діяльності та оптимальні лінійні розміри рослин безпосередньо пов'язані з формуванням високої урожайності кукурудзи, оскільки за цими ознаками визначається не лише вплив погодних умов вегетації на розвиток рослин, а й технологічних прийомів вирощування [48]. Дослідники зазначають, що макроелементне та мікроелементне удобрення шляхом проведення листкового підживлення має вагомий вплив на морфологічні показники рослин та є ефективним засобом підвищення продуктивності кукурудзи за несприятливих умов [66].

Результати проведених нами досліджень показали, що листкове підживлення посівів комплексним мікродобрином на мінеральному впливає на збільшення площі листкової поверхні культури у фазу BBCH 35 (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Зміна площі листкової поверхні кукурудзи в фазу BBCH 35 залежно від варіанту внесення макро- та мікродобрив у 2024–2025 рр.

Рівень мінерального удобрення	Площа асиміляційної поверхні, тис. м ² /га			Приріст до контролю, тис. м ² /га
	2024 р.	2025 р.	середнє	
1	2	3	4	5
1. Контроль (без добрив)	12,7	11,4	12,1	–
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	19,5	17,3	18,4	6,4
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – BBCH-13	22,2	19,8	21,0	9,0
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – BBCH-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – BBCH-17	23,4	20,7	22,1	10,0

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	25,8	22,8	24,3	12,3

В 2024 році на варіанті без внесення добрив площа листків складала 12,7 тис. м²/га. На мінеральному фоні N₁₁₀P₇₀K₁₀₀ вона зросла до 19,5 тис. м²/га, тобто перевищила контрольний варіант на 6,8 тис. м²/га. Позакореневе підживлення посівів мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) на мінеральному фоні забезпечило приріст листкової маси до фону в межах 2,7 тис. м²/га, до контролю 9,5 тис. м²/га за показника 22,2 тис. м²/га. За дворазового підживлення прирости відповідно складала 3,9 та 10,7 тис. м²/га. В результаті застосування N₁₆₀P₁₀₀K₁₃₀ + Мікро-Мінераліс у фаза ВВСН 13 та ВВСН 17 площа асиміляційної поверхні була найвищою і складала 25,8 тис. м²/га, що вище від контрольного варіанту на 13,1 тис. м².

У 2025 році площа листкової поверхні відзначалася нижчими значеннями порівняно з 2024 роком, що пов'язано з впливом погодних умов. На контрольному варіанті вона складала 11,4 тис. м²/га і була найнижчою, за внесення мінімальної норми мінеральних добрив без підживлення збільшилася до 17,3 тис. м²/га за приросту 5,9 тис. м². За проведення позакореневих підживлень посівів на даному фоні площа листків збільшувалася відносно фону на 2,5 та 3,4 тис. м²/га, відносно контролю на 8,4 та 9,3 тис. м²/га. Варіант 5 забезпечив приріст площі листкової маси відносно неудобреного варіанту на рівні 11,4 тис. м²/га за її відповідного значення 22,8 тис. м²/га.

Аналізуючи середні дворічні результати, варто зазначити, що без внесення добрив рослини формували найменшу листкову масу. Це відобразилося в отриманні найнижчої площі листкової поверхні, яка склала

12,1 тис. м²/га. З внесенням добрив вона зростала і на варіанті з внесенням 110 кг азоту, 70 кг фосфору та 100 кг калію за діючою речовиною сягала 18,4 тис. м²/га, тобто зросла на 6,4 тис. м². Відзначено позитивний вплив комплексного мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) у збільшенні показника. Зокрема, одноразове його внесення забезпечило приріст площі листків відносно фону мінеральних добрив на рівні 2,6 тис. м²/га, дворазове – 3,7 тис. м²/га, перевищення контрольного варіанту відповідно складало 9,0 та 10,0 тис. м²/га. За внесення 160 кг діючої речовини азоту, 100 кг фосфору та 130 кг калію площа листової поверхні була найвищою і сягала 24,3 тис. м²/га за приросту 12,3 тис. м²/га.

Впродовж вегетаційного періоду рослини нагромаджували вегетативну масу, що відобразилося на збільшенні площі асиміляційної поверхні у фазу ВВСН 65 (рис. 3.2).

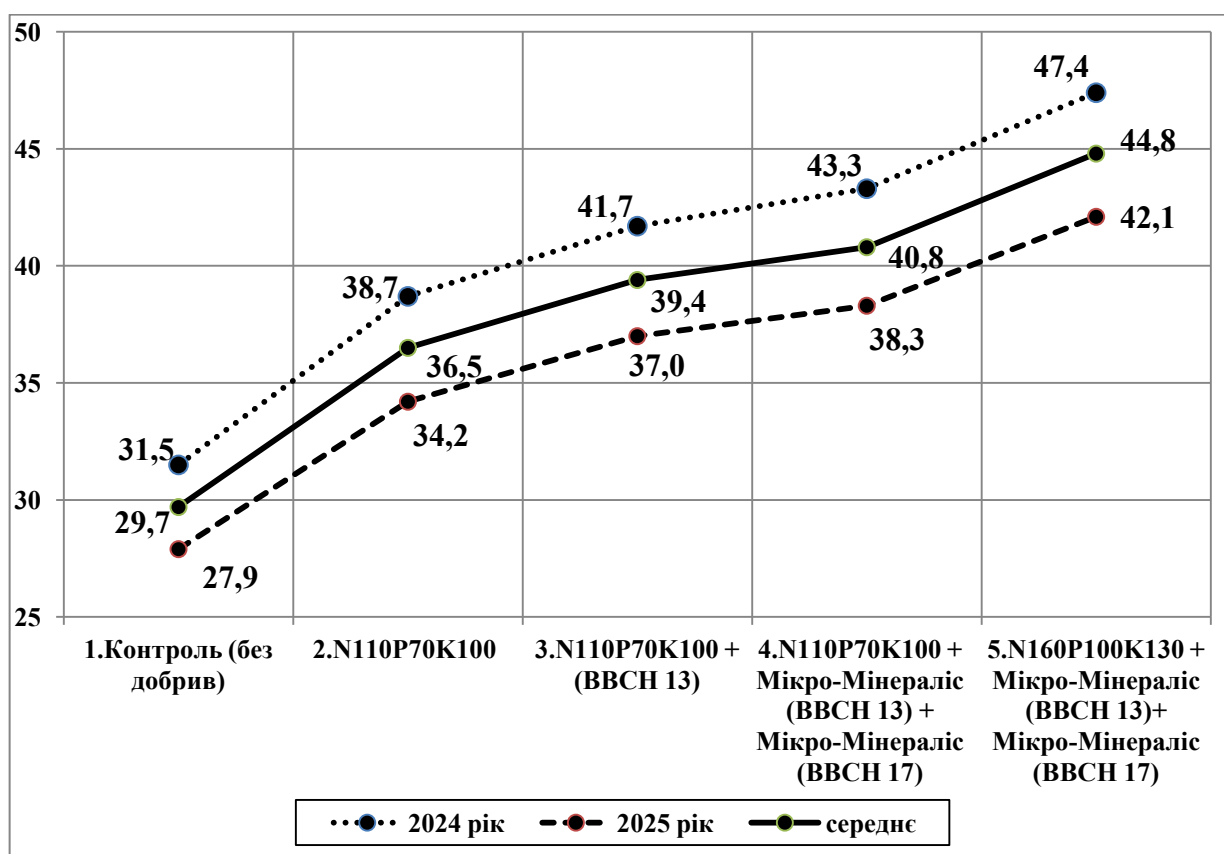


Рисунок 3.2 – Вплив норм мінеральних добрив та позакореневого внесення комплексних мікродобрив на площу листової поверхні кукурудзи у фазу ВВСН 65, тис. м²/га (2024-2025 рр.)

За варіантами дослідів спостерігалася тенденція до зростання площі листової поверхні. У 2024 році показники змінювалися від 31,5 тис. м²/га без внесення добрив до 38,7–47,4 тис. м²/га за основного внесення мінеральних добрив та проведення позакоренових підживлень. Отримано прирости в межах 7,2–15,9 тис. м²/га. Площа листків у 2025 році варіювала в межах від 27,9 тис. м²/га без добрив до 34,2–42,1 тис. м²/га за їх застосування. Зростання асиміляційної поверхні відносно контролю на удобрюваних варіантах складало 6,3–14,2 тис. м²/га.

Загальний вигляд рослин кукурудзи на період проходження фази ВВСН-65 в 2025 році представлено на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд посівів кукурудзи на дослідному полі у фазу ВВСН-65 у 2025 році

В середньому за два роки, на контрольному варіанті отримано 29,7 тис. м²/га. На мінеральному фоні з внесенням N₁₁₀P₇₀K₁₀₀ її приріст до контролю складав 6,8 тис. м²/га. Ефективність комплексного мікроелементного підживлення проявилася у збільшенні площі листків до 39,4 тис. м²/га за одноразового внесення та до 40,8 тис. м² за дворазового. Прирости до контрольного варіанту відповідно становили 9,7 та 11,1 тис. м²/га. Варіант удобрення N₁₆₀P₁₀₀K₁₃₀ + Мікро-Мінераліс ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс ВВСН-17 сприяв отриманню площі асиміляційної поверхні на рівні 44,8 тис. м²/га, перевищення контролю склало 15,1 тис. м²/га.

В фазі ВВСН-85 у рослин кукурудзи протікають процеси дозрівання зерна – воскова стиглість, спостерігалось зниження площі асиміляційної поверхні (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Зміна площі асимілюючої поверхні під впливом мінерального удобрення в фазу кукурудзи ВВСН-85 в 2024–2025 рр.

Рівень мінерального удобрення	Площа листків, тис. м ² /га			Приріст до контролю, тис. м ² /га
	2024 р.	2025 р.	середнє	
1. Контроль (без добрив)	29,4	26,2	27,8	
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	35,9	31,9	33,9	6,1
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	38,6	34,3	36,5	8,7
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	39,9	35,4	37,7	9,9
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	43,0	38,3	40,7	12,9

Показники площі листків на варіантах з внесенням добрив у перший рік досліджень забезпечували прирости відносно контролю в межах від 6,5 до

13,6 тис. м²/га, на другому році досліджень – від 5,7 до 12,1 тис. м²/га. Значення площі листків відповідно складала 35,9–43,0 тис. м²/га та 31,9–38,3 тис. м²/га. В середньому, на контролі отримано 27,8 тис. м²/га, за внесення мінеральних добрив у варіанті 2 – 33,9 тис. м²/га. Внаслідок підживлення на гектарі площа листків сягала 36,5 та 37,7 тис. м². На фоні варіанту вона була максимальною і сягала 40,7 тис. м²/га.

Відомо, що висота рослин залежить від гібриду. Впровадженням елементів технології можливо регулювати показники архітекτονіки рослин. Оптимальні значення висоти рослин знаходяться в межах від 200 до 310 см, значні відхилення від оптимальних значень ускладнює збирання та є причиною непродуктивних витрат [28; 34].

Встановлено вплив удобрення на збільшення висоти рослин кукурудзи в період збирання у роки досліджень (рис. 3.4; дод. В).

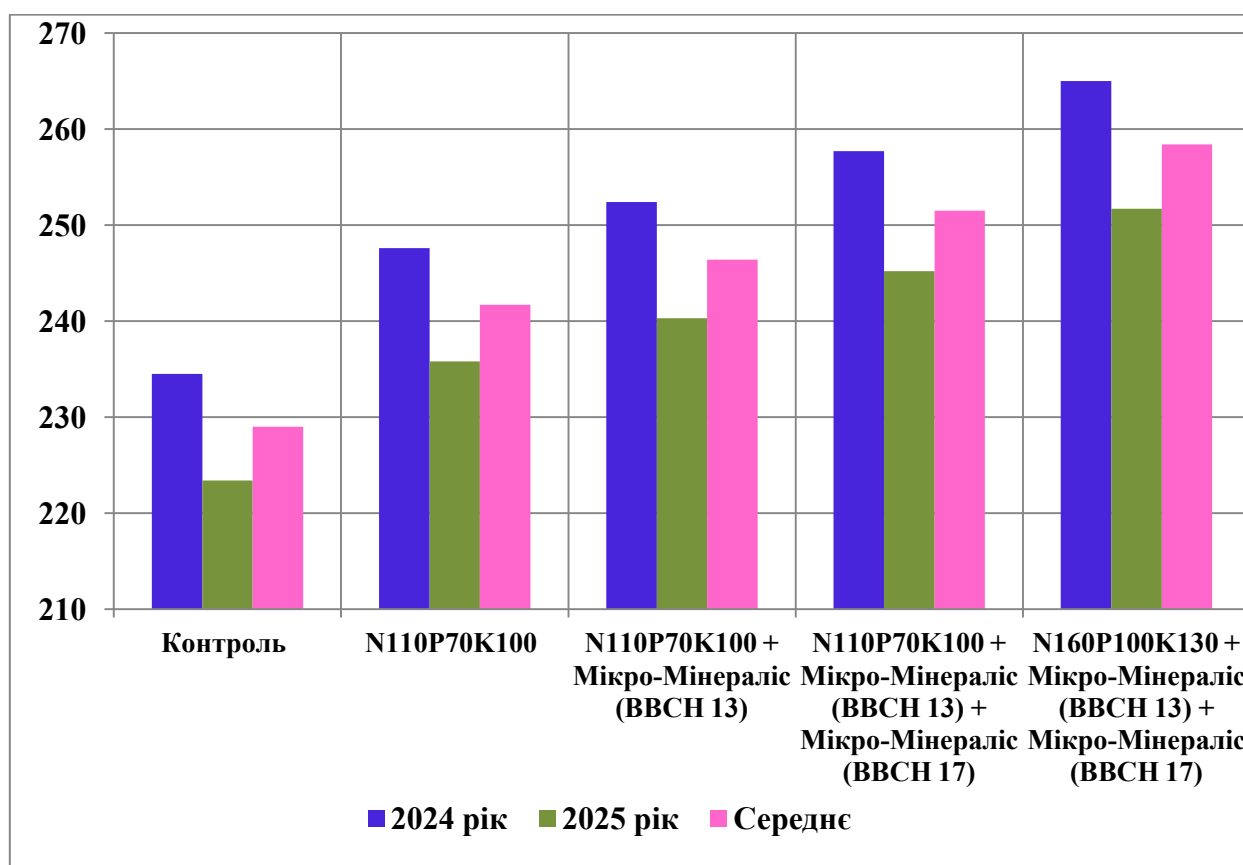


Рисунок 3.4 – Вплив позакореневого підживлення кукурудзи комплексним мікродобривом на мінеральному фоні на висоту рослин, 2024-2025 рр.

Показники висоти рослин різнилися за роками. В середньому за два роки, без внесення добрив рослини характеризувалися висотою на рівні 229 см. Мінеральне удобрення в нормі $N_{110}P_{70}K_{100}$ сприяло отриманню значному приросту висоти, яка складала 12,8 см за показника 241,7 см. Листкове підживлення комплексним мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) в фазу ВВСН 13 на мінеральному фоні збільшувало висоту рослин порівняно з фоном на 4,7 см. Висота рослин на цьому варіанті складала 246,4 см, приріст до контрольного варіанту – 17,4 см.

Внаслідок підживлення посівів у фазу за ВВСН 13 та 17 рослини збільшувалися у висоті до 251,5 см, що вище від фону самих мінеральних добрив на 9,8 см, від контролю на 22,5 см. Варіант з застосуванням мінеральних добрив в нормі $N_{160}P_{100}K_{130}$ та дворазового підживлення мікродобривом забезпечив найвище значення висоти рослин, яке складало 258,4 см за приросту 29,4 см.

Таким чином, листкове підживлення кукурудзи комплексним мікродобривом на фоні вищої норми мінеральних добрив сприяє посиленню ростових процесів рослин.

3.3. Вплив макроелементного та мікроелементного удобрення на зміну показників елементів структури урожаю

Показники елементів структури урожаю покладені в основу продуктивності кукурудзи, оскільки вони визначають ефективність прийомів вирощування щодо впливу на урожайність та якість зерна. Основними господарсько-цінними ознаками, які характеризують біологічну урожайність кукурудзи є кількість рядів зерен в качані та кількість зерен в ряді качана [11].

В наших дослідженнях ми проводили визначення довжини качана та кількості зерен в ряді з метою оцінки впливу позакореневого внесення комплексного мікродобрива на мінеральному фоні на зміну цих показників.

Встановлено, що довжина качана кукурудзи збільшувалася під впливом удобрення (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Вплив позакореневого підживлення комплексним мікродобрином на мінеральному фоні на довжину качана кукурудзи у 2024–2025 роках, см

Варіант	Показник довжини качана			Приріст до контролю
	2024 рік	2025 рік	середнє	
1. Контроль (без добрив)	18,0	17,2	17,6	–
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	19,4	18,2	18,8	1,2
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	19,8	18,5	19,2	1,6
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	20,3	19,0	19,7	2,1
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	21,5	20,0	20,8	3,2

Найнижчу довжину качана в 2024 році отримано на варіанті без застосування добрив, що була на рівні 18,0 см. Застосування 110 кг/га діючої речовини азоту, 70 кг/га фосфору та 100 кг калію обумовило її зростання до 19,4 см, що перевищило варіант без добрив на 1,4 см. Вищі прирости довжини качана відзначено в результаті позакореневого підживлення комплексним мікродобрином у варіантах 3 та 4. На цих варіантах качан характеризувався довжиною відповідно 19,8 та 20,3 см, що перевищило контрольний варіант на 1,8 та 2,3 см. Варіант з внесенням 160 кг/га азоту, 100 кг/га фосфору та 130 кг/га калію забезпечив зростання довжини до 21,5 см, тобто приріст складав 3,5 см.

Показник довжини качана на контрольному варіанті у 2025 році складав 17,2 см. Фонова норма мінеральних добрив застосована на варіанті 2 сприяла його приросту на 1,0 см. Позакоренева обробка рослин мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) на ранньому етапі розвитку кукурудзи сприяла отриманню довжини на рівні 18,5 см, дворазове внесення обумовило її зростання до 19,0 см. Збільшення довжини відносно порівняно з контролем дорівнювали 1,3 та 1,8 см. Застосування листових підживлень на фоні максимальної норми мінеральних добрив на варіанті 5 супроводжувалося найвищим приростом показника на рівні 2,8 см. Качан характеризувався довжиною 20,0 см.

Середні дворічні дані показали, що без внесення добрив довжина качана була найнижчою і становила 17,6 см. На фоні добрив в нормі $N_{110}P_{70}K_{100}$ спостерігалось її збільшення до 18,8 см за приросту 1,2 см. Ефективність одноразового та дворазового внесення мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) на фоні зазначеної норми мінеральних добрив проявилось у збільшенні довжини качана на 1,6 та 2,1 см.

На варіанті удобрення $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (ВВСН-13) + Мікро-Мінераліс (ВВСН-17) отримано найвищу довжину качана культури, яка складала 2,8 см, тобто приріст до неудобреного варіанту складав 3,2 см.

Кількість зерен в ряді качана в роки досліджень також визначалася рівнем мінерального живлення (табл. 3.6).

У перший рік досліджень на неудобреному фоні у ряді качана налічувалося 38,5 зерен, що було найнижчим показником у досліді. На другому варіанті, де вносили фонову норму мінеральних добрив кількість зерен складала 40,1 шт., тобто зросла на 1,6 шт. За позакореневої обробки рослин мікродобрином на третьому варіанті вона становила 40,1 шт., приріст відносно фону мінеральних добрив склав 0,6 шт., відносно контролю – 2,2 шт. На четвертому варіанті, де мікродобрино застосовували у двох критичних фазах розвитку рослин кукурудзи кількість зерен збільшилася щодо фону мінеральних добрив на 1,3 зерен, щодо контролю – на 2,9 зерен. Показник

складав 41,4 зерен на ряд. Найвища кількість зерен в ряді качана налічувалася на варіанті 5, де становила 42,3 шт./ряд та перевищувала контроль на 3,8 зерен.

Таблиця 3.6 – Кількість зерен в ряді качана залежно від позакореневого підживлення кукурудзи комплексним мікродобрином на мінеральному фоні у 2024–2025 роках

Варіант	Кількість зерен в ряді, шт.			Приріст до контролю
	2024 рік	2025 рік	середнє	
1. Контроль (без добрив)	38,5	36,7	37,6	–
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	40,1	38,1	39,1	1,5
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	40,7	38,5	39,6	2,0
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	41,4	39,0	40,2	2,6
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	42,3	39,7	41,0	3,4

На неудобреному варіанті кількість зерен в ряді качана у 2025 році складала 36,7 шт. В результаті внесення мінерального удобрення у нормі N₁₁₀P₇₀K₁₀₀ її зростання відносно контролю було на рівні 1,4 зерен. Прирости показника від позакореневої обробки рослин Мікро-Мінераліс (кукурудза) сягали 1,8 та 2,3 зерен/ряд за показників 38,5 та 39,0 зерен. Найістотніше зростання було на варіанті 5, де отримано 39,7 зерен/ряд за приросту до контрольного варіанту на рівні 3,0 зерен.

В середньому за два роки, контроль (без добрив) забезпечив кількість зерен в ряді качана в межах 37,6 шт. Мінеральне удобрення у нормі

$N_{110}P_{70}K_{100}$ призвело до її збільшення на 1,5 зерен за показника 39,1 зерен. На варіанті $N_{110}P_{70}K_{100}$ у поєднанні з підживленням Мікро-Мінераліс (кукурудза) у фазу ВВСН-13 в одному ряду кількість зерен становила 39,6 шт., що вище від контролю на 2,0 шт. Додаткове підживлення посівів у фазу ВВСН-17 за вказаної норми мінеральних добрив проявилось у збільшенні кількості зерен до 40,2 шт., тобто вона зросла на 2,6 зерен. Внаслідок дворазового підживлення кукурудзи на фоні $N_{160}P_{100}K_{130}$ у ряді качана кількість зерен була найвищою – 41,0 шт. Приріст показника до неудобреного варіанту складав 3,4 зерен.

Отже, застосування комплексного добрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) на фоні мінеральних азотно-фосфорно-калійних добрив сприяє збільшенню довжини качана та кількості зерен в одному ряді качана.

3.4. Формування урожайності та показників якості зерна кукурудзи залежно від фону удобрення

Структурні елементи урожаю кукурудзи закладаються під впливом кліматичних і погодних чинників, технологічних заходів з вирощування та визначають рівень урожайності культури. Заходи технології вирощування спрямовані на отримання високоякісного зерна, що забезпечує прибутковість його виробництва.

Система удобрення є ключовим елементом технології у впливі на урожайність. Рівень урожайності виражає доцільність застосування добрив. Нашими дослідженнями доведено підвищення урожайності кукурудзи за внесення мінеральних добрив та позакореневого застосування мікродобрив на їх фоні (рис. 3.7, дод. Г).

Перший рік досліджень відзначався формуванням урожайності за рахунок природної родючості ґрунту на рівні 4,76 т/га зерна. Застосування азотно-фосфорно-калійного удобрення у нормі $N_{110}P_{70}K_{100}$ істотно підвищило показник. Отримано 9,54 т/га зерна, перевищення контролю склало 4,78 т/га.

Таблиця 3.7 – Урожайність кукурудзи залежно від застосування мікродобрів за різних норм внесення мінеральних добрив у 2024 році

Рівень удобрення	Урожайність, т/га	Приріст до без добрив, т/га
1. Контроль (без добрив)	4,76	–
2. $N_{110}P_{70}K_{100}$	9,54	4,78
3. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	9,95	5,19
4. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	10,22	5,46
5. $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	12,01	7,25
HP_{05}	0,28	–

Внаслідок позакореневого підживлення посівів кукурудзи комплексним мікродобривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) спостерігалось підвищення ефективності внесених мінеральних добрив. Зокрема, внаслідок проведення підживлення у фазу ВВСН-13 урожайність відносно фону підвищилася на 0,41 т/га, відносно неудобреного варіанту на 5,19 т/га і складала 9,95 т/га. Позакореневе внесення мікродобрива на мінеральному фоні у фазах за ВВСН 13 та 17 сприяло приросту урожаю зерна на рівні 0,68 т/га до мінерального фону та 5,46 т/га до контролю. Рівень урожайності на цьому варіанті становив 10,22 т/га.

Найвищу врожайність зерна отримано за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{160}P_{100}K_{130}$ у комплексі з дворазовим підживленням Мікро-Мінераліс, яка сягала 12,01 т/га, тобто зросла відносно неудобреного варіанту на 7,25 т/га.

Погодні умови, які склалися у 2025 році обумовили отримання нижчих показників урожайності порівняно з першим роком досліджень, проте підтримувалася тенденція до її зростання за варіантами дослідів (рис. 3.5, дод. Д).

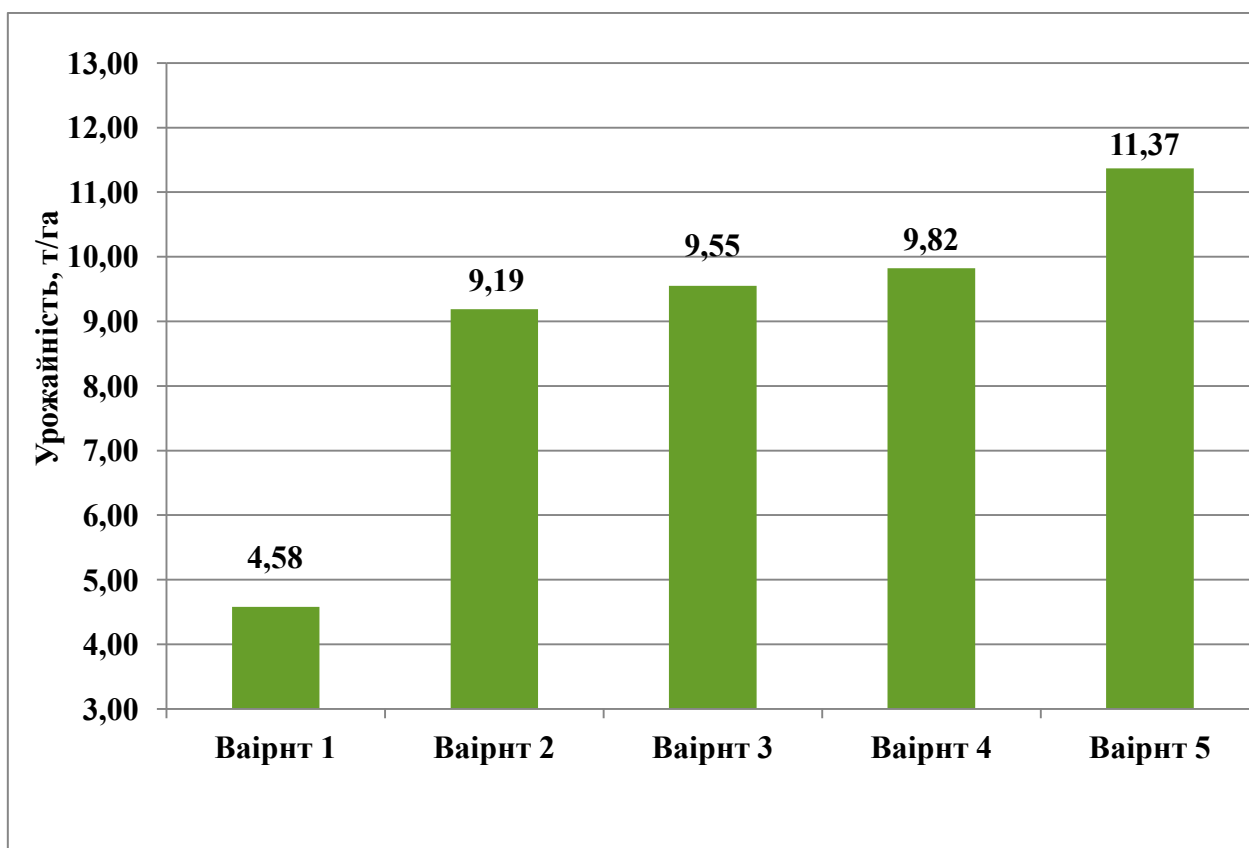


Рисунок 3.5 – Врожайність кукурудзи залежно від фону мінерального живлення у 2025 році

Примітка: 1. Контроль (без добрив), 2. $N_{110}P_{70}K_{100}$, 3. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (ВВСН-13), 4. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (ВВСН-13) + Мікро-Мінераліс (ВВСН-17), 5. $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (ВВСН-13) + Мікро-Мінераліс (ВВСН-17)

Урожайність кукурудзи на контрольному варіанті в 2025 році була на рівні 4,58 т/га. На мінеральному фоні другого варіанту вона зросла до 9,19 т/га, що вище від попереднього варіанту на 4,61 т. Позакореневе листкове внесення мікроелементного добрива за один прийом на зазначеному збільшувало урожайність на 0,36 т/га порівняно з фоновією нормою добрив.

Зростання відносно контролю було на рівні 4,97 т/га за показника урожайності 9,55 т/га.

Ефективність дворазового підживлення застосованого на четвертому варіанті проявилася в отриманні вищого рівня урожайності, який складав 9,82 т/га. Приріст до фону мінеральних добрив становив 0,63 т/га, до контролю – 5,24 т/га. На п'ятому варіанті, де поєднано основне застосування максимальної норми мінеральних добрив з листовим підживлення мікродобривами (п'ятий варіант) отримано урожайність на рівні 11,37 т/га за приросту 6,79 т/га.

Виведені середні дворічні дані урожайності культури (табл. 3.8) показали, що вищі показники урожайності формуються за внесення мікродобрив на мінеральному фоні.

Таблиця 3.8 – Формування урожайності кукурудзи під впливом підживлення комплексним мікродобривом на мінеральному фоні, середнє за 2024-2025 рр.

Рівень удобрення	Урожайність, т/га	Приріст до без добрив, т/га
1. Контроль (без добрив)	4,67	-
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	9,37	4,70
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	9,75	5,08
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	10,02	5,35
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	11,69	7,02

Без внесення мінеральних добрив середня урожайність становила 4,67 т/га зерна, на фоні N₁₁₀P₇₀K₁₀₀ зросла до 9,37 т/га. Одноразове та

дворазове позакореневе підживлення рослин добривом Мікро-Мінераліс (кукурудза) сприяло приросту урожайності відносно фону відповідно на 0,39 та 0,66 т/га, до неудобреного варіанту – на рівні 5,08 та 5,35 т/га. Урожайність складала 9,75 та 10,02 т/га. Варіант з внесенням $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) у фазу трьох листків кукурудзи + Мікро-Мінераліс (кукурудза) у фазу семи листків забезпечив найвищий показник, який складав 11,69 т/га. Перевищення фону без добрив було на рівні 7,02 т з нектарної площі.

Таким чином, дослідженнями підтверджено високу ефективність позакореневого внесення комплексного мікродобрива на мінеральному фоні, яка проявилася у значному збільшенні урожайності кукурудзи.

Встановлено тісний кореляційний зв'язок між показниками урожайності кукурудзи та кількістю зерен в одному ряді качана на фоні мінерального удобрення (рис. 3.6). Коефіцієнт детермінації (R^2) дорівнює 0,92.

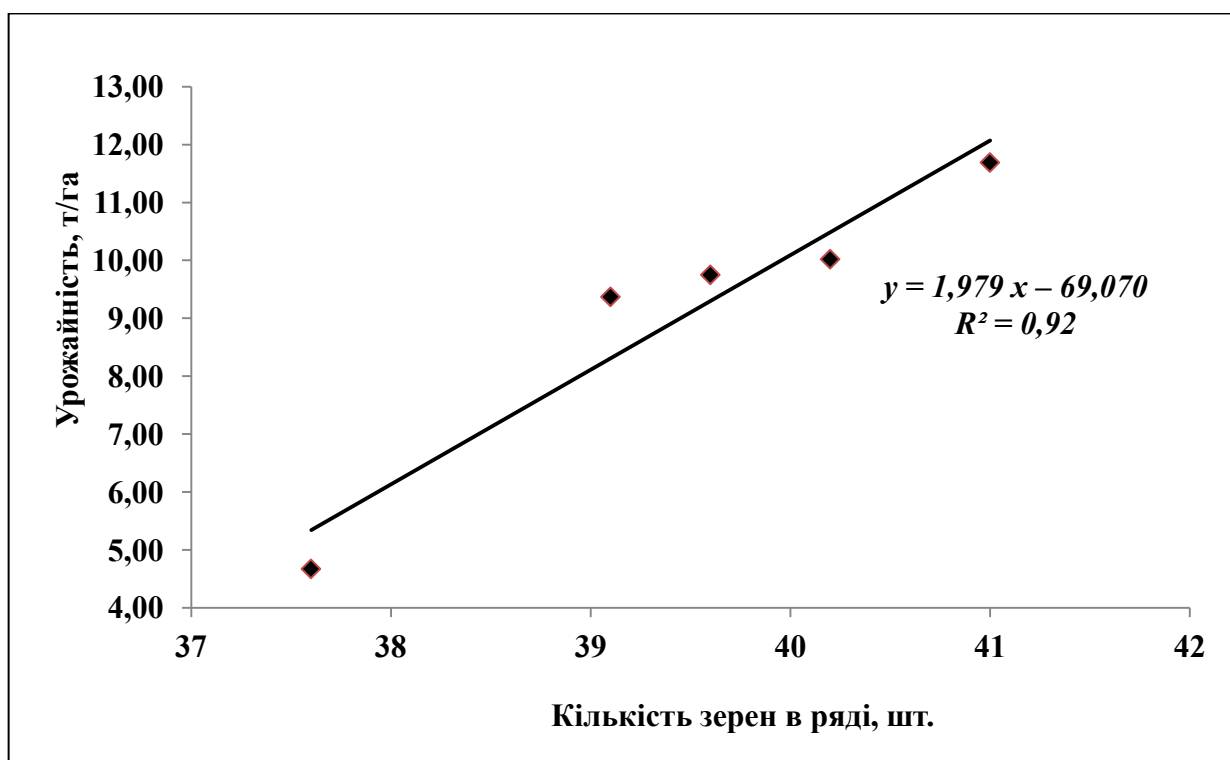


Рисунок 3.6 – Залежність урожайності від кількості зерен в ряді качана за внесення норм мінеральних добрив та підживлення мікродобривом, середнє за 2024–2025 рр.

Залежність між ознаками описується рівнянням регресії:

$$y = 1,979 x - 69,070 \quad (3.1)$$

де y – показники урожайності кукурудзи за різного рівня мінерального удобрення, т/га, x – кількість зерен у ряді качана, шт.

Якісні показники зерна кукурудзи змінювалися під впливом внесення комплексного мікродобрива на мінеральному фоні, зокрема відзначено збільшення маси 1000 зерен (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Вплив мікродобрив на мінеральному фоні на масу 1000 зерен кукурудзи у 2024-2025 роках

Варіант	Маса 1000 зерен, г			Приріст середнього до контролю
	2024 р.	2025 р.	середнє	
1. Контроль (без добрив)	272,3	263,2	267,8	–
2. $N_{110}P_{70}K_{100}$	290,2	278,5	284,4	16,6
3. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	298,7	287,6	293,2	25,4
4. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	309,6	297,3	303,5	35,7
5. $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	324,8	310,6	317,7	50,0

В середньому маса 1000 зерен без застосування мінеральних добрив була на найнижчому рівні і складала 267,8 г. Норма мінеральних добрив застосована на другому варіанті з внесення 110 кг/га азоту, 70 кг фосфору та 100 кг калію за діючою речовиною збільшувала її на 16,6 г. Показник на

зазначеному варіанті складав 284,4 г. Позакоренева обробка рослин мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) у фазу ВВСН-13 на фоні мінеральних добрив забезпечувала приріст маси до контрольного варіанту 25,4 г за значення 293,2 г. За дворазового підживлення рослин мікродобрином маса 1000 зерен зросла на 35,7 г і становила 303,5 г. Варіант удобрення з внесенням $N_{160}P_{100}K_{130}$ у комплексі з Мікро-Мінераліс (кукурудза) внесений у фазу ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) у фазу ВВСН-17 забезпечив найвищий показник, який складав 317,7 г та перевищував контроль на 50 г.

Дослідженнями встановлено залежність рівня урожайності культури від маси 1000 зерен за внесення комплексного мікродобрива на фоні норм мінеральних добрив (рис. 3.7).

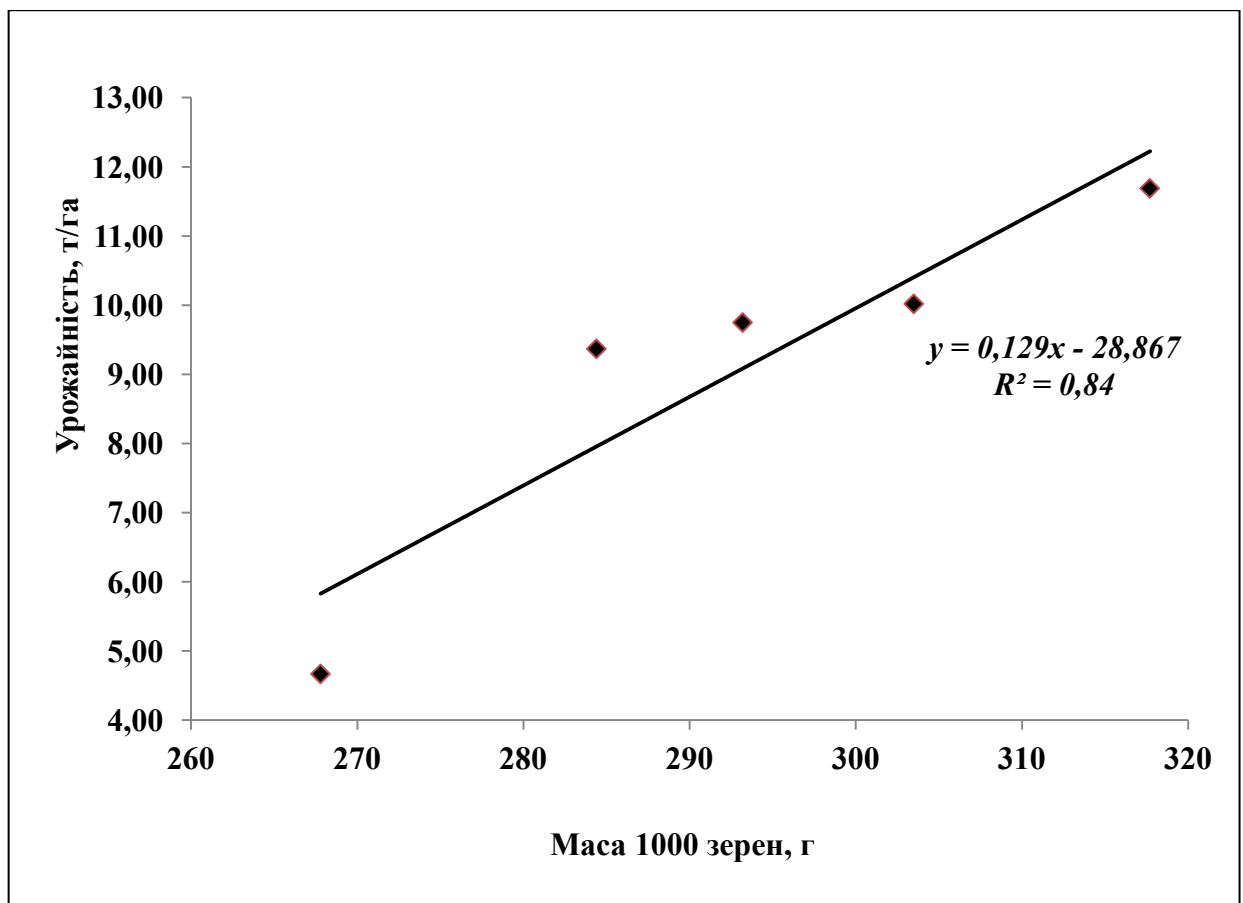


Рисунок 3.7 – Залежність урожайності від маси 1000 зерен за різного рівня мінерального живлення, середнє за 2024–2025 рр.

Отриману залежність виражає рівняння регресії:

$$y = 0,129x - 28,867 \quad (3.2)$$

де y – рівень урожайності на фоні внесення добрив, т/га, x – маса 1000 зерен, г

Тісноту зв'язку описує коефіцієнт детермінації (R^2), який для отриманої залежності складає 0,84 та вказує на тісний кореляційний зв'язок.

У дослідженнях ми визначали вплив рівнів удобрення на вміст білка, жиру та крохмалю у зерні (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Якісні показники зерна кукурудзи залежно від рівня мінерального удобрення, середнє за 2024–2025 рр.

Варіант	Якісні показники, %		
	вміст білка	вміст жиру	вміст крохмалю
1. Контроль (без добрив)	8,38	3,81	72,41
2. $N_{110}P_{70}K_{100}$	9,14	3,98	72,01
3. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	9,25	4,05	71,78
4. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	9,39	4,17	71,71
5. $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	10,04	4,35	71,34

Згідно отриманих результатів, наведених у таблиці 3.10, вміст білка в зерні визначався рівнем мінерального удобрення. Без мінерального

удобрення його вміст відзначався найнижчим значенням і становив 8,38 %. На варіанті 2 з внесенням мінеральних добрив він підвищився до 9,14 %, тобто отримано приріст 0,76 %. Вищі показники отримано за позакореневого внесення мікродобрива на мінеральному фоні на варіантах 4 та 5, які відповідно складала 9,25 та 9,39 % та перевищили фон на 0,11 та 0,25 %. Зростання вмісту білка порівняно контрольного варіанту складало 0,87 та 1,01 %. Збільшення норми мінеральних добрив у поєднанні з підживленням на варіанті 5 забезпечило найвищий вміст білка в зерні – 10,04 %, що вище від контролю на 1,66 %.

Вміст жиру у зерні також зростає під впливом удобрення. Його показник на контролі складав 3,81 %. На фоні норми мінеральних добрив $N_{110}P_{70}K_{100}$ підвищився до 3,98 %, тобто зростає на 0,17 %. Збільшення вмісту жиру порівняно з контролем внаслідок внесення мікродобрива Мікро-Мінераліс на зазначеному фоні було на рівні 0,24–0,36 %. Максимальним вміст жиру був на варіанті сумісного внесення мінеральних добрив у нормі $N_{160}P_{100}K_{130}$ та позакореневого підживлення мікродобривом, де складав 4,35 % та збільшився на 0,54 %.

Внесення добрив призводило до зниження вмісту крохмалю у зерні кукурудзи. На контролі без добрив його значення було найвищим – 72,41 %. На другому варіанті він знизився до 72,01 %. Мікроелементне підживлення на мінеральному фоні третього та четвертого варіантів вплинуло на зниження вмісту жиру відповідно до 71,87 та 71,71 %. Показники знизилися відносно неудобреного варіанту відповідно на 0,63 та 0,70 %. П'ятий варіант забезпечив найнижчий вміст крохмалю, який складав 71,34 %.

Отже позакореневе підживлення рослин кукурудзи у період вегетації мікродобривами за основного внесення мінеральних добрив забезпечує підвищення урожайності та якісних показників зерна кукурудзи.

3.5. Економічна та енергетична оцінка вирощування кукурудзи за внесення макро- та мікродобрих

Сучасні гібриди кукурудзи характеризуються високим потенціалом урожайності. Дотримання основних прийомів технології вирощування з оптимізацією строків виконання робіт та раціональне використання ресурсів покладено в основу високої ефективності виробництва та забезпечує його прибутковість [57].

В результаті проведених розрахунків економічної ефективності вирощування кукурудзи встановлено доцільність застосування мінеральних добрив у поєднанні з позакореневим підживленням комплексним мікродобривом (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 – Економічна ефективність вирощування культури за комплексного внесення мінеральних добрив та позакореневого внесення мікродобрих (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіант	Економічні показники, грн./га			Сб, грн./ц	Рр, %
	ВП	ВЗ	ЧП		
1. Контроль (без добрив)	46000	34150	11850	731	34,7
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	92295	55549	36745	593	66,1
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс	96038	56362	39676	578	70,4
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс + Мікро-Мінераліс	98697	57174	41523	571	72,6
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс + Мікро-Мінераліс	115147	63308	51839	542	81,9

Примітка: ВП – вартість продукції, ВЗ – виробничі затрати, ЧП – чистий прибуток, Сб – собівартість зерна, Рр – рівень рентабельності.

Згідно проведених розрахунків за актуальними цінами, вартість урожаю зерна зростала пропорційно урожайності та змінювалася від найнижчого показника на контролі 46000 грн./га до 92295-115147 грн./га на варіантах мінерального удобрення.

Економічна оцінка технології вирощування ґрунтується на врахуванні виробничих затрат. Встановлено, що на контрольному варіанті вони становили 34150 грн./га та були найнижчими. При внесенні мінеральних добрив в нормі $N_{110}P_{70}K_{100}$ затратна частина технології вирощування зросла до 55549 грн./га. Внаслідок одноразового та дворазового обприскування рослин мікродобривом Мікро-Мінераліс затрати збільшилися до 56362 та 57174 грн./га. Застосування максимальної норми добрив у поєднанні з підживленням (варіант 5) обумовлювало найвищі витрати, які склали 63308 грн./га.

Отриманий чистий прибуток без внесення мінеральних добрив був найнижчим і складав 11850 грн./га. За рівнів удобрення застосованих на варіантах 2–4 зростав до 36745–41523 грн./га. Варіант 5 відзначався найвищою дохідністю, отримано чистий прибуток на рівні 51839 грн./га.

Собівартість продукції знижувалася з підвищенням норми мінеральних добрив. На контролі вона була найвищою і складала 731 грн./ц, на мінеральному фоні де вносили мінеральні добрива без підживлення знизилася до 593 грн./ц. Позакореневі підживлення на мінеральному фоні забезпечили показники на рівні 578 та 571 грн./ц. Найбільш низька собівартість отримана на варіанті з застосуванням $N_{160}P_{100}K_{130}$ та дворазового підживлення комплексним мікродобривом Мікро-Мінераліс, яка склала 542 грн./ц.

Основним економічним показником є рівень рентабельності, який застосованої технології на контролі відзначався найнижчим значенням і складав 34,7 %. На фоні $N_{110}P_{70}K_{100}$ він підвищився до 66,1 %, підживлення за даної норми добрив збільшували рентабельність до 70,4 та 72,6 %. Варіант 5 відзначався найвищим рівнем рентабельності, який сягав 81,9 %.

Розрахунки енергетичної ефективності підтвердили доцільність застосування норм мінеральних добрив з мікродобривами (табл. 3.12).

Таблиця 3.12 – Енергетична ефективність технології вирощування культури за внесення норм мінеральних добрив та комплексного мікродобрива, середнє 2024-2025 рр.

Варіант	Енергоємність урожаю, МДж/га	Сукупні витрати енергії, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
1. Контроль (без добрив)	70685	43535	1,62
2. $N_{110}P_{70}K_{100}$	141824	54795	2,59
3. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	147576	55211	2,67
4. $N_{110}P_{70}K_{100}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	151663	55620	2,73
5. $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	176940	60587	2,92

Енергоємність урожаю найнижчою була на контролі. Внесення сприяло її збільшенню до 141824–176940 МДж/га. Сукупні витрати енергії також зростали за варіантами досліду та змінювалися від 43535 до 60587 МДж/га. Найнижчий показник енергетичної ефективності отримано на контролі – 1,62. На варіантах 2-4 він зростав до 2,59–2,73 МДж/га. Найвищий коефіцієнт забезпечила внесення $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс у 13 та 17 фазах.

Отже, найвищу ефективність забезпечує застосована найвища норма удобрення у поєднанні з дворазовим внесенням мікродобрив.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

4.1. Стан охорони праці та цивільної оборони в

..... «.....»

Охорона праці охоплює сукупність дій на захист фізичних та розумових здібностей людини під час виконання нею професійних обов'язків у виробничих умовах [23].

..... «.....» належить до сучасних аграрних підприємств, діяльність яких пов'язана з використанням широкого спектра техніки, обладнання та хімічних засобів. У таких умовах питання охорони праці та забезпечення цивільного захисту працівників є одним із ключових напрямів організаційної роботи.

Виробничі процеси підприємства передбачають виконання механізованих, транспортних, технологічних і вантажно-розвантажувальних операцій, що потребує постійного контролю безпеки та дотримання вимог законодавства. У структурі підприємства функціонує служба охорони праці, діяльність якої базується на положеннях Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю, а також внутрішніх нормативних документах. Головним завданням служби є створення безпечних умов праці, профілактика виробничого травматизму та контроль за виконанням працівниками вимог техніки безпеки. На підприємстві впроваджено систему навчання персоналу – організовуються вступні, первинні та позапланові інструктажі, проводяться перевірки знань з охорони праці та експлуатації обладнання.

Особливу увагу приділено роботі з потенційно небезпечними виробничими факторами: рухомими машинами та механізмами, сільськогосподарською технікою, обладнанням для обробітку ґрунту,

системами зберігання та внесення мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Для працівників визначено перелік робіт підвищеної небезпеки, доступ до яких надається лише після навчання, медичного огляду та отримання відповідного посвідчення. Технічний стан тракторів, комбайнів, автотранспорту та допоміжного обладнання проходить регулярні огляди, що знижує ризик аварій та пошкоджень.

У сфері запобігання виробничим нещасним випадкам на підприємстві діє система контролю за дотриманням технологічних регламентів. Проводяться планові перевірки місць виконання робіт, аналізуються небезпечні ситуації та розробляються заходи для усунення виявлених недоліків. Важливим є використання працівниками засобів індивідуального захисту: спецодягу, рукавиць, захисного взуття, масок, окулярів. Видача та облік засобів здійснюється згідно з установленими нормами.

Цивільний захист у «.....» організований відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України. На підприємстві визначено відповідальних осіб, сформовано необхідні документи, плани реагування на надзвичайні ситуації природного, техногенного та воєнного характеру. Працівники проходять інструктаж щодо дій у разі пожежі, аварії, витоку небезпечних речовин або інших загроз. На території господарства облаштовані первинні засоби пожежогасіння, визначено евакуаційні маршрути та місця збору персоналу.

Також здійснюється постійний контроль за станом протипожежного обладнання, працездатністю систем оповіщення та доступністю засобів першої допомоги. Регулярно відбуваються тренувальні заходи, спрямовані на відпрацювання навичок оперативного реагування працівників у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Загалом система охорони праці та цивільного захисту «.....» є комплексною та зорієнтованою на попередження ризиків, постійне навчання персоналу та контроль за дотриманням правил безпеки

забезпечують належний рівень захищеності працівників і стабільність виробничих процесів підприємства.

4.2. Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за вирощування кукурудзи в «.....»

Рослинницька галузь передбачає виконання комплексу агротехнічних операцій, що включають передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, висів, догляд за посівами та збирання урожаю. Кожен із цих етапів має специфічні виробничі ризики, тому вдосконалення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки є важливою складовою забезпечення безпечного функціонування підприємства [32].

Найчастіше випадки травматизму в рослинництві трапляються на механізованих процесах, недотримання правил техніки безпеки призводить до отруєнь пестицидами. Для мінімізації впливу шкідливих факторів на організм працівників підприємство впроваджує такі заходи:

- використання засобів індивідуального захисту, зокрема респіраторів, захисних окулярів, рукавиць, фільтруючих масок за внесення гербіцидів, інсектицидів та фунгіцидів;
- регулярні медичні огляди працівників, допущених до роботи з хімічними засобами, для виявлення можливих професійних захворювань на ранніх стадіях;
- облаштування санітарно-побутових приміщень;
- зменшення запиленості робочих зон, зокрема під час завантаження насіння та перевезення врожаю, шляхом застосування герметизованих транспортних засобів та використання локальної вентиляції.

В агротехнологічному циклі вирощування кукурудзи активно задіяна сільськогосподарська техніка, зокрема трактори, сівалки, обприскувачі, культиватори, зернозбиральні комбайни. Саме тому заходи з техніки безпеки спрямовані на попередження травм і аварій.

В господарстві дотримуються регламенту технічного обслуговування машин та механізмів перед початком польових робіт: перевірка справності гальмівної системи, гідравліки, ходової частини, огляд ріжучих та обертових механізмів. Проводять навчання та інструктаж працівників, які керують обприскувачами та агрегатами для внесення ЗЗР, особливо щодо правил приготування робочих розчинів, уникнення перевищення норм витрати хімічних речовин, недопущення розливів та попадання препаратів на шкіру.

Забезпечується організація безпечного виконання транспортних операцій, включаючи завантаження та вивантаження врожаю, дотримання швидкісних режимів, правильне закріплення вантажів.

Вирощування кукурудзи, особливо на великих площах, супроводжується підвищеною пожежною небезпекою. Суха рослинна маса, залишки стебел на полях, високі температури влітку та робота двигунів внутрішнього згоряння створюють потенційно небезпечні умови [13].

В «.....» застосовуються техніка оснащена первинними засобами пожежогасіння – вогнегасниками, лопатами, вогнегасними рідинами. У місцях зберігання пально-мастильних матеріалів забороняється паління та розведення відкритого вогню. Проводять регулярні практичні тренування персоналу щодо дій у випадку виникнення пожежі: евакуація, повідомлення відповідальних осіб, використання вогнегасників.

Комплексне виконання цих заходів забезпечує зменшення ризиків виникнення пожеж і дає можливість оперативно реагувати у випадку небезпечних ситуацій.

4.3. Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Організація системи захисту населення у надзвичайних ситуаціях є одним із ключових елементів державної політики у сфері цивільного захисту. Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, підприємства, установи та організації незалежно від форми власності зобов'язані забезпечувати

готовність працівників до дій у разі виникнення експлуатаційних, природних, техногенних або воєнних загроз. Ефективність такої системи визначається рівнем підготовленості персоналу, наявністю засобів захисту, оперативністю оповіщення та чіткістю алгоритмів реагування [23; 32].

Надзвичайні ситуації можуть бути спричинені різними факторами: пожежами, аваріями на виробничих об'єктах, викидом хімічно небезпечних речовин, стихійними явищами, технічними несправностями обладнання, а також загрозами воєнного характеру. Тому головним завданням цивільного захисту є зниження ймовірності таких подій і мінімізація їх наслідків для населення.

В разі загрози чи виникнення надзвичайної ситуації важливо забезпечити своєчасне інформування населення про характер небезпеки та порядок дій. На рівні територіальної громади функціонують локальні системи оповіщення, що включають сирени, радіомовлення, мобільні сповіщення, гучномовці. В господарстві до відома працівників доводять актуальні інструкції щодо дій при надзвичайних ситуаціях, проводять навчання та роз'яснювальні заходи.

Для захисту населення під час хімічних або техногенних аварій застосовуються засоби індивідуального захисту, а саме респіратори, протигази, захисний одяг, засоби для промивання очей та шкіри. У місцях можливих руйнувань чи в зонах ураження використовуються колективні засоби – сховища та укриття. Забезпечення доступу населення до таких засобів є невід'ємною складовою роботи органів цивільного захисту.

У випадках, коли перебування людей у зоні надзвичайної ситуації є небезпечним, проводиться організована евакуація населення. Вона може бути тимчасовою або повною, залежно від масштабу загрози. Планування евакуаційних маршрутів, визначення місць збору, транспортування та тимчасового розміщення людей здійснюється заздалегідь відповідно до планів реагування. Працівники підприємств проінформовані щодо маршрутів виходу з будівель та порядку дій.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Стан ґрунтів та ефективне використання земельних ресурсів в

..... «.....»

Сучасна практика використання земельних ресурсів не повністю відповідає принципам раціонального природокористування. Інтенсивна експлуатація земель призводить до порушення екологічно-безпечного співвідношення площ угідь, а техногенний вплив спричиняє негативні екологічні наслідки. Також це завдає значної шкоди земельним ресурсам та спричиняє значні економічні втрати для господарського сектору. За таких умов питання раціонального та ефективного використання земель набуває особливої актуальності, а його розв'язання потребує впровадження результативних заходів [21].

Застосування сучасних агротехнологій набуває ключового значення для сталого розвитку сільського господарства. Використання інноваційних способів обробітку ґрунту, впровадження науково обґрунтованої сівоzmіни, застосування органічних добрив та мікробних інокулянтів сприяє зниженню негативного впливу на ґрунти, підвищенню їх родючості та збереженню екосистемних функцій. Технології точного землеробства, застосування дронів та GPS для моніторингу стану ґрунтів дають змогу ефективніше використовувати ресурси та підвищувати продуктивність аграрного виробництва [42].

На сучасному етапі, поширеною є деградація ґрунту, яка призводить до зниження його родючості, що здійснює негативний вплив на врожайність сільськогосподарських культур. Рослини не отримують достатньої кількості поживних речовин, що призводить до їх слабкого росту та розвитку [47]. Одним з проявів деградаційних процесів у ґрунтах господарства є ерозія. Тому, на ерозійних землях рекомендованим є впровадження мінімального

обробітку ґрунту, запровадження ґрунтозахисних сівозмін, дотримання агротехніки, застосування спеціальних протиерозійних агротехнічних заходів. Доцільним є внесення органічних добрив, які забезпечують покращення структури орного шару ґрунту, вирощування проміжних посівів з метою забезпечення максимального проективного покриття ґрунту рослинністю та впровадження полезахисних лісонасаджень.

На окремих полях у господарстві реакція ґрунтового розчину змінюється від середньо- до слабокислої, що негативно впливає на розвиток рослин. З метою нейтралізації кислотності ґрунту ефективним є внесення вапняних добрив, зокрема, паленого та гашеного вапна, крейди, доломітового борошна. Завдяки зв'язуванню іонів водню та алюмінію реакція ґрунту зміщується в сторону нейтральної.

Мінеральні добрива зберігаються в спеціально обладнаних складах, внесення норм добрив під окремі культури обґрунтоване, що знижує ризик надлишкового накопичення елементів живлення в ґрунтах.

5.2. Водні ресурси та їх охорона

Діяльність агропромислових виробничих систем є головним фактором, який спричиняє зміни у біогеохімічних природних потоках, особливо через вимивання сполук азоту та фосфору з сільськогосподарських угідь, що суттєво впливає на якість води. Забруднення водойм зменшує розміри питних водних об'єктів, призводить до скорочення біорізноманіття та порушує функціонування екосистем. Локальне використання води може мати негативні наслідки на великій відстані через фрагментацію екосистем та евтрофікацію водойм [60].

Інтенсивне застосування мінеральних та органічних добрив у сільському господарстві може бути причиною надмірного потрапляння макро- та мікроелементів у водойми. Добрива, що містять фосфор, при неправильному внесенні можуть потрапляти у ґрунті та поверхневі води

через змив, дощові стоки та інфільтрацію, викликаючи надмірне зростання водоростей, накопичення у водоймах органічних речовин, азотні добрива – забруднення питної води нітратами, що шкідливо для здоров'я людини, порушення біорізноманіття водних екосистем [43].

В «.....» дотримуються основних принципів застосування органічних та мінеральних добрив, що запобігає їх потраплянню їх у водойми. Встановлюють збалансовані норми мінеральних добрива на підставі агрохімічного аналізу ґрунту та враховуючи винос сільськогосподарських культур. Строго дотримуються строків внесення азотних добрив, які містять азот у нітратній формі. Висаджують захисні смуги та буферні зони біля полів прилеглих до водних об'єктів.

Рациональне використання добрив та впровадження агротехнічних заходів дозволяє захистити водні ресурси від забруднення, зберегти екологічне рівновагу та забезпечити безпечну питну воду для населення.

5.3. Охорона атмосферного повітря

Ефективне та безпечне застосування добрив неможливі без повного уявлення про ті процеси, які відбуваються в агроєкосистемах. Враховуючи інформацію про вплив добрив на навколишнє природне середовище можна розробити програму природоохоронних заходів. За безконтрольного забруднення ґрунтів, повітря і води токсичні сполуки переходять трофічними ланцюгами і накопичуються в рослинах, організмах людей і тварин. В результаті істотного забруднення можливою є загибель цілих видів рослин, тварин і навіть людини, якщо не будуть вжиті необхідні заходи.

Комплексне вирішення екологічних проблем у сільському господарстві ґрунтується на вивченні різних ґрунтово-кліматичних агробіоценозів та їх основних компонентів – ґрунтів, рослин, атмосфери, води, тварин, людини. Це називають агроєкологічним моніторингом [9].

Інтенсифікація аграрного виробництва характеризується застосуванням значних доз мінеральних добрив, пестицидів та інших агрохімічних препаратів. Безконтрольне внесення мінеральних добрив призводить до уповільнення природних процесів асоційованого перетворення атмосферного азоту в біодоступні для рослин сполуки.

В сільському господарстві джерелами викидів є спалювання рослинної біомаси. Це одна з найбільш шкідливих практик, оскільки, крім діоксиду вуглецю, при цьому виділяються деякі токсичні речовини повного та часткового окиснення біомаси, такі як оксиди азоту та сірки, монооксид вуглецю, летка зола тощо [43].

Інтенсифікація аграрного виробництва характеризується застосуванням значних доз мінеральних добрив, пестицидів та інших агрохімічних препаратів. Безконтрольне внесення мінеральних добрив призводить до уповільнення природних процесів асоційованого перетворення атмосферного азоту в біодоступні для рослин сполуки.

В процесі здійснення сільськогосподарської діяльності заходи охорони атмосферного повітря повинні включати дотримання атмосферо-охоронних вимог за внесення пестицидів і агрохімікатів.

В технологіях вирощування сільськогосподарських культур господарства з азотних добрив вносять амонійні форми добрив, аміачну воду, карбамід. Важливим є впровадження заходів спрямованих на мінімізацію потрапляння летких сполук азоту в атмосферне повітря. Першочерговим є застосування заходів з скорочення викидів аміаку за використання аміачних добрив, яке забезпечується їх внесенням під обробіток ґрунту за низьких температур. Правильне використання рідкого гною також буде безпосередньо сприяти ефективному його використанню рослинами за рахунок збереження азоту в ґрунті.

В господарстві дотримано технологій застосування різних видів азотних добрив, що сприяє максимальній ефективності їх використання

5.4. Стан охорони і примноження флори і фауни

Використання добрив у сільському господарстві суттєво впливає на стан природних екосистем, зокрема на флору та фауну прилеглих територій. Рослинний і тваринний світ реагує як на якість ґрунту, так і на хімічне навантаження.

Законом “Про охорону навколишнього природного середовища” регламентовано основні положення щодо охорони природи. Він передбачає раціональне природокористування, дає визначення терміну екологічної безпеки та заходів щодо її забезпечення, про застосування мінеральних добрив, засобів захисту рослин, токсичних хімічних речовин, включає заходи щодо охорони навколишнього природного середовища від шкідливого біологічного впливу [43].

Надмірне внесення мінеральних добрив та пестицидів може призводити до зміни видового складу природної рослинності поблизу сільськогосподарських угідь. Висока концентрація азоту та фосфору створює переваги для окремих швидкоростучих видів, тоді як більш чутливі чи рідкісні рослини витісняються, що знижує різноманіття дикорослої флори.

Охорона флори та фауни базується на раціональному використанні добрив. Внесення норм відповідно до потреб культур, застосування органічних матеріалів, сидератів та мінімалізація хімічного навантаження сприяє збереженню природного різноманіття. Важливими є також буферні ділянки з природною рослинністю, де тварини зберігають кормову базу та місце існування.

Комплексний підхід до агротехнологій дає можливість не лише уникнути негативного впливу добрив, а й створити умови для примноження видів. Підтримка різноманітної рослинності, зниження хімічного стресу та збереження природних місць проживання забезпечують стійкість і розвиток природних екосистем поруч із сільськими угіддями.

ВИСНОВКИ

Удосконалено систему удобрення кукурудзи та встановлено ефективність застосування норм мінеральних добрив і позакореневого підживлення посівів кукурудзи комплексним мікродобривом на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному ґрунті Передкарпаття, що дозволяє виділити наступні висновки:

1. Застосування мінерального удобрення забезпечує зростання вмісту основних елементів мінерального живлення в дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному ґрунті. Варіант з внесенням мінеральних добрив в нормі $N_{160}P_{100}K_{130}$ та дворазовим внесенням мікродобрива Мікро-Мінераліс (кукурудза) сприяє отриманню найвищого вмісту легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію у шарі ґрунту 0–20 см. Показники їх вмісту у фазу ВВСН 56 склали відповідно 152, 110 та 103 мг/кг ґрунту.

2. Сумісне застосування мінеральних добрив та позакореневого внесення мікродобрив впливає на посилення ростових процесів рослин кукурудзи. Найвищі прирости площі листкової поверхні, які залежно від фази визначення склали 12,3–15,1 тис. $m^2/га$, забезпечує внесення $N_{160}P_{100}K_{130}$ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) у фазах ВВСН 13 та 17. На зазначеному варіанті рослини формують найвищу висоту, яка на період збирання складає 258,4 см за приросту до контролю 29,4 см.

3. Внесення 160 кг/га азоту, 100 кг/га фосфору та 130 кг/га калію за діючою речовиною та дворазове внесення мікродобрив збільшує довжину качана кукурудзи порівняно з контролем на 3,2 см, кількість зерен в ряді качана – на 3,4 шт. за показників відповідно 20,8 см 41,0 шт.

4. Мінеральне макро- та мікроелементне удобрення підвищує урожайність та якість зерна кукурудзи. Найвищий рівень урожайності забезпечує удобрення в нормі $N_{160}P_{100}K_{130}$ та підживлення Мікро-Мінераліс (кукурудза), 1,3 л/га у фазах ВВСН-13 та ВВСН-17, який складає 11,69 т/га та перевищує контроль на 7,02 т/га. На наведеному варіанті удобрення

отримано найвищі показники якості: масу 1000 зерен – 317,7 г, вміст білка – 10,04 %, вміст жиру – 4,35 %.

5. Рівень мінерального удобрення з внесенням добрив у нормі $N_{160}P_{100}K_{130}$ та дворазовим позакореневим підживленням комплексним мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза), 1,3 л/га є економічно- та енергетично-доцільним. Отримано найвищий чистий прибуток 51839 грн./га, найнижчу собівартість зерна – 542 грн./ц за рівня рентабельності 81,9 %, найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,92.

В результаті проведення досліджень розроблено пропозиції виробництву:

З метою отримання рівня урожайності кукурудзи на рівні 11,7 т/га на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному ґрунті Передкарпаття рекомендується застосовувати мінеральні добрива у нормі $N_{160}P_{100}K_{130}$ та позакореневе підживлення комплексним мікродобрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) в нормі 1,3 л/га в фазах ВВСН-13 та ВВСН-17. Запропонований варіант удобрення забезпечує чистий прибуток на рівні 51839 грн./га.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Асанішвілі Н. М., Буслаєва Н. Г., Шляхтурова С. П. Вплив агрохімічного навантаження на забезпеченість рослин елементами живлення та врожайність кукурудзи в Лісостепу. *Подільський вісник : сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Вип. 32. С. 9–19.
2. Бахмат М. І., Кирилюк Р. М. Аналіз перспектив вирощування кукурудзи в Україні. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2016. Вип. 24. Ч. 1. С. 5–11.
3. Бикін А. В., Тарасенко О. В. Вплив удобрення на продуктивність кукурудзи на зерно за прямої сівби. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. № 3.
4. Борис Н. Є., Красюк Л. М. Поживний режим сірого лісового ґрунту залежно від систем основного обробітку і удобрення в короткоротаційній зерновій сівозміні. *Агробіологія*. 2020. Вип. 2. С. 16–26.
5. Броннікова Л. Ф. Формування азотного поживного режиму ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 53–61.
6. Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В., Пащак М. О. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36.
7. Гаврилюк Ю. В. Вплив систем обробітку ґрунту на його агрофізичний стан. *Вісник Дніпропетровського аграрно-економічного університету*. 2016. 5 (1). С. 73–77.
8. Гончарова Л. Д., Серга Е. М., Школьний Є. П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери : навчальний посібник. Одеса, 2005. 251 с.
9. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2013. 406 с.
10. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Засвоєння

основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив кукурудзою. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. Вип. 95. Ч. 1. С. 76–89.

11. Грабовський М., Козак Л., Городецький О., Качан Л. Вплив системи удобрення на елементи структури врожаю кукурудзи. *Всеукраїнська наукова конференція молодих учених і науково-педагогічних працівників УНУС, 23 травня 2024 р.* Умань, 2024. С. 18–20.

12. Грицюк П. М., Бачишина Л. Д. Вплив зміни кліматичних умов на динаміку врожайності зернових в Україні. *Науковий журнал “Економіка України”*. 2016. № 6 (655). С. 68–75.

13. Депутат О. П., Коваленко Г. В., Мужик І. С. Цивільна оборона : навч. посібник. Львів: Афіша, 2001. 336 с.

14. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік. Київ, 2022. С. 68.

15. Ефективність використання елементів живлення сучасними гібридами кукурудзи в посушливих умовах Лісостепу / Харченко О. В., Петренко С. В., Собко М. Г. та ін. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2021. № 91. С. 49–58.

16. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

17. Жуйков О. Г., Давиденко І. А. Позакореневе підживлення кукурудзи мікродобривами – дієвий елемент технології чи «тренд»? *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136. Ч.1. С. 116–124.

18. Зінченко О.І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: підручник. Київ : Аграрна освіта, 2001. С. 249–265.

19. 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.

20. Каменщук Б. Д. Шляхи підвищення ефективності вирощування

кукурудзи на зерно. *Корми і кормовиробництво*. 2020. № 89. С. 85–92.

21. Канівець О. М., Левченко Д. В. Особливості раціонального та ефективного використання земельних ресурсів старший викладач кафедри геодезії та землеустрою. *Сучасний рух науки: тези доп. XI міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 8-9 жовтня 2020 р.* Дніпро, 2020. Т.1. С. 257-258

22. Ласло О. О. та Олєпир Р. В. Ефективність комплексного удобрення в технології вирощування кукурудзи. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 11. С. 170–177.

23. Левченко О. Г., Полукаров О. І., Зацарний В. В., Полукаров Ю. О., Землянська О. В. Охорона праці та цивільний захист. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 408 с.

24. Лень О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 53-58.

25. Літвінов Д. В., Товстенко М. П. Продуктивність кукурудзи на зерно у короткоротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 68. С. 59–62.

26. Літвінова О. А., Літвінов Д. В. Вплив систематичного удобрення на продуктивність кукурудзи на зерно. *Агрохімічні ресурси та управління біопродуктивністю агроландшафтів : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. 11 – 13 жовтня 2022 р.* Київ, 2022. С. 40–44.

27. Лопушняк В. І., Данилюк В. Б., Гаськевич О. В., Лагуш Н. І. Агроґрунтознавство : навчальний посібник. Львів : Львів. нац. аграр. ун-т, 2016. 212 с.

28. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник. Вінниця, 2017. 602 с.

29. Малієнко А. М., Борис Н. Є. Типовість гідротермічних умов зони

Правобережного Лісостепу та їх вплив на продуктивність кукурудзи. *Агробіологія*. 2019. № 1. С. 55–64.

30. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. С. 5–9.

31. Мелешко І. О., Сидякіна О. В. Вплив структурних показників на врожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві : Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки. Херсон, 10 листопада 2020 р.* 2020. С. 23–27.

32. Міхеєв Ю. В., Праховнік Н. А., Землянська О. В. Цивільний захист: навч. посіб. Київ : Основа, 2014. 186 с.

33. Охорона прав на сорти рослин: Бюлетень. Український інститут експертизи сортів рослин. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю. 2019. Вип. 1. С. 224–225.

34. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневих підживлень на висоту кріплення качанів у гібридів кукурудзи. *Агробіологія*. 2018. № 1. С. 89–98.

35. Паламарчук Р. П., Безноско І. В., Городиська І. М. Вплив норм удобрення культур 5-пільної сівозміни на баланс гумусу та елементів мінерального живлення дерново-підзолистого ґрунту в умовах Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2025. № 10 (871). С. 69–79.

36. Пасічник Н. А., Степанко А. В. Калійне живлення рослин кукурудзи за різних систем застосування добрив. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2016. № 235. С. 204-209.

37. Пелех Л. В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 54–61.

38. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні. Київ : Юнівест Медіа, 2022. 1040 с.

39. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підруч. 5-те вид., виправ., доповн., дод. випуск. Львів: НВФ «Українські технології», 2021. С. 295–315.

40. Польовий, А. М., Гуцал А. І., Дронова О. О. Грунтознавство : підручник. МОН України; Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса : Екологія, 2013. 668 с.

41. Продуктивність сортів і гібридів кукурудзи за різних систем удобрення та беззмінного їх вирощування / Кохан А. В., Глущенко Л. Д., Лень О. І. та ін. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 10 (799). С. 18–23.

42. Резніченко В. П., Коломієць Л. В., Чередниченко І. В. Використання агротехнологій для збереження ґрунтових ресурсів та покращення якості ґрунту. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2024. Вип. 2 (56), С. 49–56.

43. Рома В.В., Степова О.В. Навчальний посібник для вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр». Полтава: ПолтНТУ, 2016. 117 с.

44. Рудич О. О. Природно-кліматичні умови як фактор ризику виробництва сільськогосподарської продукції в Україні. *Сталий розвиток економки : міжнародний науково-виробничий журнал*. 2018. № 2 (39). С. 14–21.

45. Сидякіна О. В., Мелешко І. О. Ефективність застосування мінеральних добрив у посівах кукурудзи на зерно (огляд літератури). *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 196–203.

46. Скрильник Є. В., Кутова А. М., Гетманенко В. А., Герасименко Я. О. Вплив різних систем удобрення на кількість і якісний склад гумусу дерново-підзолистого ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 8. С. 14–19.

47. Соловей Г. Протиерозійні заходи у землеробстві Карпатського

регіону: історичний аспект. *Емінак : наук. щоквартальник*. 2017. № 4 (2). С. 148–150.

48. Степаненко М. В., Грабовський М. Б. Вплив системи удобрення на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 104–109.

49. Сухомуд О. Г., Адаменко Д. М., Кравець І. С., Суханов С. В. Вплив застосування мікродобрив ТМ «Актив харвест» на ріст, розвиток і врожайність рослин кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань. 2019. Вип. 94. С. 156–164.

50. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату / Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В. [та ін.]. *Наукові горизонти*. 2020. № 2 (87). С. 89–101.

51. Талавиря М. П., Ващенко І. В. Особливості регулювання кукурудзи в Україні. *Інклюзивний розвиток національної економіки: глобальні тенденції, можливості України та роль агропродовольчого сектора: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 21–22 листопада 2019 р.* Київ : НУБіП, 2019. С. 92–94.

52. Танчик С. П., Центило Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 269. С. 74–83.

53. Філоненко С. В., Попов О. О. Аналіз ефективності позакореневого внесення мікроелементів на посівах кукурудзи. *Інновації управління продуктивністю та поліпшення якості зерна пшениці озимої: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої пам'яті професора Г. П. Жемели. 30 вересня 2021 р.* Полтава, 2021. С. 109–112.

54. Хавхун А. А. Вплив мінерального живлення на ростові процеси рослин кукурудзи в умовах Лісостепу Правобережного. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 7. С. 190–196.

55. Циганський В. І., Машенко В. В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від оптимізації системи удобрення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 32. С. 27–39.
56. Циков В.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрих при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т 1. № 1. С. 75–79.,
57. Шевніков М. Я., Власенко Д. В. Оптимізація процесів у технології вирощування гібридної кукурудзи: управлінська перспектива. *Науковий прогрес та інновації*. 2025. Т. 28. № 2. С. 44–50.
58. Шинкарук Л. Вплив макро- і мікродобрих на врожайність кукурудзи. *Вісник ЛНАУ: Агрономія*. 2021. № 25. С. 162–166.
59. Шкатула Ю. М., Сторожук Ю. В. Вплив позакореневих підживлень на біоенергетичну продуктивність кукурудзи на зерно. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 26. С. 87–101.
60. Юрченко А. І., Полозенцева В. О., Юрченко О. А. Вплив сільського господарства на довкілля. *Екологічна безпека : проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XX Міжнародної науково-практичної конференції, 19-20 вересня 2024 р. м. Харків : УКРНДІЕП., 2024. С. 429–437.*
61. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда : ДСТУ 7863:2015. [Чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 6 с.
62. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT) : ДСТУ ISO 10390:2007. [Чинний від 2009–10–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 13 с.
63. Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:2006, IDT) : ДСТУ ISO 11464:2007. [Чинний від 2009–10–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 18 с.
64. Baligar V. C., Fageria N. K., He Z. L. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2001. V. 32:7–8. P. 921–950.

65. Khomenko T., Tonkha O., Pikovska O. Humus and nitrogen content of sod podzolic soil under the influence of biopreparations for potato cultivation. *Plant and Soil Science*. 2023. 14 (1). P. 82–95.
66. Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change / Chen X., Chen F., Chen Y. et al. *Global Change Biol*. 2013. № 19: P. 923–936.
67. Schnable P. S., Swanson-Wagner R. A. Heterosis. Handbook of maize : Its biology. N.Y : Springer Science+Business Media, 2009. P. 457–467.
68. The Effect of Foliar Micronutrient Fertilization on Yield and Nutritional Quality of Maize Grain et. al. / Jarecki W., Borz, I. M., Rosan C. A. et al. *Agronomy*. 2025. № 15 (8).
69. Wójcik P. Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2004. № 12: S. 201–218.
70. Yang J. Y., Huffman E. C., Jong R. D., Kirkwood V., Macdonald K. B., Drury C. F. Residual soil nitrogen in soil landscapes of Canada as affected by land use practices and agricultural policy scenarios. *Land Use Policy*. 2007. № 24. P. 89–99.

ДОДАТКИ

**Ксерокопія статті у матеріалах студентської конференції
факультету агротехнологій та охорони довкілля «Дні студентської
науки у Львівському національному університеті ветеринарної
медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького», 14–15 травня 2025 р.**

Технологічна карта вирощування кукурудзи

Висота рослин кукурудзи в період збирання у 2024-2025 рр.

Варіант	Висота рослин, см			+/- до контролю
	2024 рік	2025 рік	середнє	
1 Контроль (без добрив)	234,5	223,4	229,0	-
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	247,6	235,8	241,7	12,8
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	252,4	240,3	246,4	17,4
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	257,7	245,2	251,5	22,5
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	265,0	251,7	258,4	29,4

Результати статистичної обробки даних врожайності
кукурудзи у 2024 році

Вихідні дані урожайності, т/га

Варіант	Повторення		
	I	II	III
1. Контроль (без добрив)	4,65	4,85	4,78
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	9,38	9,49	9,75
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	9,71	10,29	9,84
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	10,09	10,38	10,18
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	11,87	12,23	11,93

Середнє по досліді – 9,29 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера (F _{факт.})
Загальна	88,21	14		
Повторень	0,24	2		
Варіантів	87,81	4	21,95	1102,09
Залишку	0,16	8	0,02	

Помилка середньої – 0,08

Помилка різниці середніх – 0,12

НІР₀₅ = 0,28 т/га, НІР₀₅ = 3,04 %

Сила впливу фактора – 1,0, точність досліді – 0,88

Результати статистичної обробки даних врожайності
кукурудзи у 2025 році

Вихідні дані урожайності, т/га

Варіант	Повторення		
	I	II	III
1. Контроль (без добрив)	4,49	4,69	4,55
2. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀	9,04	9,16	9,37
3. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13	9,41	9,50	9,73
4. N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₀₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	9,53	10,01	9,93
5. N ₁₆₀ P ₁₀₀ K ₁₃₀ + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-13 + Мікро-Мінераліс (кукурудза) – ВВСН-17	11,27	11,39	11,46

Середнє по досліді – 8,90 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера (F _{факт.})
Загальна	78,77	14		
Повторень	0,19	2		
Варіантів	78,49	4	19,62	1638,85
Залишку	0,10	8	0,01	

Помилка середньої – 0,06

Помилка різниці середніх – 0,09

НІР₀₅ = 0,22 т/га, НІР₀₅ = 2,46 %

Сила впливу фактора – 1,00, точність досліді – 0,71