

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

рівня вищої освіти – **Магістр**

на тему: **«Ефективність макроелементного та мікроелементного
удобрення на посівах кукурудзи на дерново-підзолистому ґрунті
Західного Лісостепу»**

Виконав студент VI-го курсу, групи Аг-61
спеціальності 201 «Агрономія»

МАСЛО Олександр Олегович

Керівник:

Н.І. ВЕГА

Рецензент:

Дубляни, 2024

УДК 631.8:[633.15]:631.445.2(292.485)

Ефективність макроелементного та мікроелементного удобрення на посівах кукурудзи на дерново-підзолистому ґрунті Західного Лісостепу. Масло О. О. – Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. – Дубляни. Львівський національний університет природокористування, 2023.

86 с. текс. част., 13 табл., 14 рис., 59 джерел

В кваліфікаційній роботі представлено результати досліджень з вивчення впливу азотно-фосфорно-калійного удобрення та мікродобрив на формування показників урожайності та якості гібриду кукурудзи Лоренс на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Західного Лісостепу. Дослідження проводилися у 2022-2023 рр.

Відзначено, що мінеральне удобрення забезпечує підвищення у дерново-підзолистому ґрунті легкогідролізованого азоту у період вегетації – на 45-65 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору та обмінного калію – відповідно на 32-43 та 23-35 мг/кг ґрунту залежно від варіанту удобрення.

Доведено ефективність застосування макроелементного та мікроелементного удобрення у зростанні площі асиміляційної поверхні кукурудзи, покращенні елементів структури урожаю.

Установлено позитивний вплив мінерального удобрення у нормі $N_{150}P_{100}K_{140}$ + Реаком-плюс-кукурудза, 3,5 л/т + Авангард кукурудза, 2 л/га на урожайність та якісні показники зерна кукурудзи. За даного удобрення отримано урожайність на рівні 11,89 т/га, приріст до контролю становив 7,12 т/га; маса 1000 зерен складала 325,8 г, вміст білка – 10,21 %, жиру – 4,31 %. Чистий прибуток сягав 39363 грн./га, рівень рентабельності – 76,3 %.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. РЕГУЛЮВАННЯ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
1.1 Вимоги кукурудзи до забезпеченості макро- та мікроелементами.....	10
1.2 Макроелементне та мікроелементне удобрення як ключовий чинник впливу на розвиток рослин кукурудзи та підвищення урожайності.....	13
1.3 Значення системи удобрення для підвищення якісних показників зерна кукурудзи	16
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Кліматичні та погодні умови у роки проведення досліджень.....	19
2.2 Характеристика ґрунту дослідної ділянки	20
2.3 Методика проведення досліджень.....	22
2.4 Технологія вирощування культури та характеристика гібриду.....	24
РОЗДІЛ 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ МАКРОЕЛЕМЕНТНОГО ТА МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО УДОБРЕННЯ НА ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)	29
3.1 Вплив удобрення на забезпеченість дерново-підзолистого ґрунту елементами живлення за вирощування кукурудзи	29
3.2 Динаміка площі листкової поверхні та висоти рослин кукурудзи залежно від норм внесення макро добрив та застосування	

	5
мікроелементного удобрення на їх фоні	33
3.3 Вплив мінерального удобрення на формування структури урожаю кукурудзи	39
3.4 Урожайність кукурудзи під впливом застосування макро- та мікродобрів.....	44
3.5 Вплив мінерального удобрення на якісні показники зерна кукурудзи.....	49
3.6 Економічна та біоенергетична оцінка технології вирощування кукурудзи за різного рівня удобрення	54
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	58
4.1 Стан ґрунтів та ефективне використання земельних ресурсів в	58
4.2 Водні ресурси та їх охорона.....	59
4.3 Охорона атмосферного повітря	60
4.4 Стан охорони і примноження флори і фауни.....	62
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	63
5.1 Стан охорони праці та цивільної оборони в	63
5.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за вирощування кукурудзи в умовах господарства	64
5.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях	66
ВИСНОВКИ.....	68
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	70
БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	71
ДОДАТКИ	78
Додаток А. Ксерокопія статті у матеріалах Міжнародного студентського наукового форуму „Студентська молодь і науковий прогрес”, 04-06 жовтня 2023 року	79
Додаток Б. Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно.....	81

Додаток В. Середньомісячна кількість опадів у 2022-2023 рр., мм (за даними)	84
Додаток Г. Результати статистичної обробки даних урожайності кукурудзи за 2022 рік.....	85
Додаток Д. Результати статистичної обробки даних урожайності кукурудзи за 2023 рік.....	86

ВСТУП

Кукурудза в Україні є перспективною культурою, що доводить розширення в останні роки її посівних площ. Зерно кукурудзи відзначається високою продовольчою та кормовою цінністю. Ця культура характеризується високим потенціалом урожайності та відносно невисокою вимогливістю до умов вирощування.

Важливим резервом підвищення продуктивності кукурудзи є вирощування високопродуктивних гібридів адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов. З метою досягнення високої урожайності вирощуваних гібридів доцільним є впровадження інтенсивної технології вирощування, яка включає технологічні елементи основного та передпосівного обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами та удобрення.

Обґрунтована система удобрення, як ключовий елемент технології вирощування кукурудзи, забезпечує розкриття генетичного потенціалу та підвищення її урожайності.

Актуальність теми. Для нормального росту та розвитку кукурудза потребує достатньої забезпеченості основними макроелементами, а також мікроелементами, що відіграє важливу роль у закладанні елементів її продуктивності. Важливе значення має оптимальне співвідношення елементів живлення.

Дослідженнями науковців підтверджено думку, що ефективність внесення добрив під кукурудзу залежить від різних чинників. Недостатньо вивченим залишається питання оптимізації мінерального удобрення кукурудзи в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Тому, вивчення ефективності макроелементного та мікроелементного удобрення за вирощування кукурудзи у Західному Лісостепу є актуальним.

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень – встановити ефективність різних рівнів удобрення кукурудзи та визначити оптимальний варіант удобрення на дерново-підзолистому ґрунті Західного Лісостепу.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити вплив різних рівнів мінерального живлення на агрохімічні показники родючості дерново-підзолистого ґрунту за вирощування кукурудзи;
- вивчити вплив макроелементного та мікроелементного удобрення на ростові процеси рослин кукурудзи;
- встановити залежність формування елементів структури урожаю кукурудзи від фону мінерального удобрення;
- дослідити вплив удобрення на урожайність та якісні показники зерна досліджуваної культури;
- надати економічне та біоенергетичне обґрунтування технології вирощування кукурудзи за різних варіантів внесення макро- та мікродобрих.

Об'єкт дослідження – агрохімічні процеси в дерново-підзолистому ґрунті, особливості формування структури урожаю, урожайності кукурудзи та якості зерна під впливом макро- та мікроелементного удобрення.

Предмет дослідження – агрохімічні властивості дерново-підзолистого ґрунту, динаміка елементів структури урожаю, показників урожайності та якості кукурудзи, економічна та енергетична ефективність.

Методи досліджень. Дослідження супроводжувалися застосуванням польового, лабораторного та математично-статистичного методів.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше на дерново-підзолистому ґрунті Західного Лісостепу в обґрунтовано ефективність макроелементного та мікроелементного удобрення за вирощування кукурудзи гібриду Лоренс.

Вдосконалено систему удобрення кукурудзи з встановленням оптимального фону удобрення, що включає основне внесення макроелементів та застосування мікродобрих шляхом передпосівної обробки насіння і позакореневого підживлення посівів. Зазначений варіант удобрення забезпечує істотне зростання продуктивності кукурудзи.

Набуло подальшого розвитку питання оптимізації системи удобрення кукурудзи у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами проведених досліджень удосконалено систему удобрення кукурудзи, що дозволяє у більшій мірі реалізувати генетичний потенціал культури в Лісостепу Західному. Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{150}P_{100}K_{140}$ у поєднанні з передпосівною обробкою насіння Реаком-плюс-кукурудза, 3,5 л/т та позакореневим підживленням Авангард кукурудза, 2 л/га є найефективнішим та сприяє отриманню урожайності на рівні 11,89 т/га за рівня рентабельності – 76,3 %.

Публікації. Результати наукових досліджень опубліковано у збірнику Міжнародного студентського наукового форуму “Студентська молодь і науковий прогрес”, 4-6 жовтня 2023 (дод. А).

Структура та обсяги роботи. Кваліфікаційну роботу виконано на 86 сторінках друкованого тексту, включає 13 таблиць, 14 рисунків, до складу роботи входить вступ, 5 розділів, висновки, рекомендації виробництву, бібліографічний список, який містить 59 найменувань джерел літератури і 5 додатків.

РОЗДІЛ 1

РЕГУЛЮВАННЯ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Вимоги кукурудзи до забезпеченості макро- та мікроелементами

Кукурудзу вирощують в ґрунтово-кліматичних зонах Полісся, Лісостепу та Степу. В основу її вирощування покладено інтенсивну технологію вирощування цієї культури. Кукурудза належить до родин Злакових – (лат. Poaceae), вона характеризується добре розвиненою кореневою системою, яка може проникати глибоко в ґрунт до 2,5 м. У зв'язку з цією особливістю ця культура менш вибаглива до умов вирощування, зокрема, до удобрення, ніж інші зернові культури. Проте, з метою отримання високої урожайності кукурудзи на рівні 10-12 т/га важливо враховувати її вимоги до умов мінерального живлення та забезпеченості макро- та мікроелементами на певному етапі органогенезу [57].

Кукурудза формує велику вегетативну масу, також характеризується коротким періодом інтенсивного росту. Тому потреба у мінеральному живленні є високою. Дослідженнями встановлено, що інтенсивність засвоєння елементів живлення залежить від різних факторів, зокрема, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, групи стиглості, метеорологічних умов вегетаційного періоду. Важливе значення має співвідношення елементів живлення в системі удобрення [9; 43].

Для оптимального розвитку рослин кукурудзи необхідна, в першу чергу, наявність достатньої кількості основних макроелементів у ґрунті – азоту, фосфору та калію [58]. Результати досліджень Господаренка Г. та інших [8] показали, що за виключення з повного мінерального удобрення азоту, тобто вирощування кукурудзи на фосфорно-калійному фоні, її урожайність знижується на 46 %, фосфору – на 23 %, калію – на 20 %. Таким

чином, отримують недобір урожаю, що веде за собою значні економічні втрати та знижує рентабельність виробництва вирощуваної продукції.

Дослідники [3; 11] стверджують, що забезпечення кукурудзи необхідними елементами живлення впродовж вегетаційного періоду з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов сприяє отриманню максимального валового збору урожаю.

За різними науковими даними, винос 1 т зерна кукурудзи азоту складає від 26 до 29 кг, фосфору – від 10 до 14 кг, калію – 26 до 33 кг.

Виключно важлива роль азоту для кукурудзи полягає у впливі на врожайність, білковий та вуглеводневий обмін, а також на формування вегетативної маси – стебла, листків [56]. Достатній рівень азотного живлення підвищує врожайність, в середньому, на 50 % [48].

Кукурудза – це культура, яка має чотири типи коренів, від розвитку яких залежить засвоювальна здатність рослини. У системі її живлення внесення фосфору спрямоване на утворення та формування кореневої, також фосфор бере участь у процесах пов'язаних з утворенням генеративних органів. Його наявність у ґрунтовому розчині визначає утворення качанів та кількість зерен у них [7].

Калій підвищує стійкість до хвороб, зокрема, стеблових та корневих гнилей та посилює здатність рослин протистояти виляганню. Найбільше калію рослини потребують на початкових фазах вегетації. Найінтенсивніше він поглинається від фази ВВСН 15-16 до ВВСН 51-53. Нестача калію зумовлює пригнічення розвитку рослин, оскільки внаслідок пожовтіння та засихання листків знижується інтенсивність фотосинтетичної діяльності [6].

Високі урожаї культури отримують на ґрунтах забезпечених кальцієм, магнієм та сіркою. На утворення одиниці основної та побічної продукції вимоги кукурудзи до цих елементів, відповідно, складають в середньому 7 кг, 8 кг та 3,5 кг.

Магній є складовою частиною хлорофілу, його недостатня кількість спричиняє порушення процесу запилення, що негативно проявляється на

утворенні зав'язі качана. Внаслідок нестачі сірки призупиняється ріст рослин, знижується нагромадження білка в зерні [20].

Важливе значення для розвитку рослин кукурудзи має мікроелементне живлення. Основними необхідними мікроелементами є цинк, бор, кобальт, молібден, манган та купрум. Значення цинку, бору та мангану особливо зростає на перших етапах розвитку кукурудзи, наявність цих елементів у ґрунті впливає на ростові процеси і розвиток вегетативної маси. Також мікроелементне живлення необхідне у фазу ВВСН 17-18, що визначає озерненість качана та впливає на якісні показники зерна [17; 50].

Цинк – найважливіший мікроелемент, який необхідний для рослин кукурудзи. Внаслідок цинкового голодування качани не утворюються. У період вегетації потреба у зазначеному елементі становить 350 г/га.

Забезпеченість рослин кукурудзи бором визначає закладання генеративних органів. Внаслідок нестачі бору спостерігається слабкий розвиток коренів, точки росту відмирають, пилок після запліднення не проростає, що призводить до зниження урожайності. Для нормального росту та розвитку кукурудза потребує 60 г/га бору [13].

Важливим мікроелементом є мідь, за його участю посилюється фотосинтетична діяльність, підвищується стійкість рослин до несприятливих умов, підвищується якість зерна. У період вегетації для формування продуктивності кукурудза потребує 55 г/га міді [53].

Дослідженнями [22; 29; 47] встановлено, що внесення мікроелементів під кукурудзу шляхом застосування позакореневих підживлень сприяє підвищенню коефіцієнта використання елементів живлення рослинами з добрив, посилює ростові процеси, внаслідок цього збільшується площа фотосинтезуючої поверхні, зростає продуктивність посівів.

Таким чином, завданням системи удобрення кукурудзи є створення сприятливих умов мінерального живлення, що передбачають збалансоване співвідношення між основними макроелементами та забезпеченість рослин мікроелементами. Оптимальні терміни внесення мінеральних азотно-

фосфорно-калійних добрив, вибір правильного способу їх внесення у врахуванням природно-кліматичних умов, ґрунтової родючості покладено в основу формування високопродуктивних посівів кукурудзи та отримання високої урожайності зерна.

1.2. Макроелементне та мікроелементне удобрення як ключовий чинник впливу на розвиток рослин кукурудзи та підвищення урожайності

Система удобрення являє собою комплекс заходів раціонального, науково-обґрунтованого застосування добрив, що забезпечить підвищення продуктивності вирощуваної культури та підвищення родючості ґрунті

Серед комплексу технологічних прийомів вирощування кукурудзи першочергового значення набуває впровадження гібридів, які відзначаються високою урожайністю. Збалансоване мінеральне живлення в цій системі відіграє ключову роль, адже поєднання макроелементного удобрення, яке включає внесення азотно-фосфорно-калійних добрив та мікроелементів шляхом як припосівного внесення, так і підживлення сприяє закладанню елементів продуктивності [38; 55].

Дослідженнями Господаренка Г., Прокопчука І. та Бойка В. [8] доведено вагомість внесення повного мінерального добрива під кукурудзу. Внаслідок застосування на чорноземі опідзоленому лише азотних добрив в нормі 80 кг/га діючої речовини зростання рівня урожайності відносно контролю складало 2,6 т/га, за підвищення норми азоту до 160 кг/га, отримано приріст 4,3 т/га. Вирощування кукурудзи на фосфорно-калійному фоні з внесенням за діючою речовиною 60 кг/га фосфору та 110 кг/га калію забезпечило зростання рівня урожаю в межах 2,0 т/га. Посіви кукурудзи відзначалися найвищою продуктивністю за внесення трьох основних елементів живлення у нормі $N_{160}P_{60}K_{110}$, що сприяло значному приросту урожаю, яке сягало 8,3 т/га при урожайності 13,0 т/га.

Внесення під кукурудзу мінеральних добрив в нормі за діючою речовиною: 240 кг/га азоту, 120 кг/га фосфору та 240 кг/га калію на темно-сірому опідзоленому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті Північного Лісостепу та обробка насіння стимулятором росту з підживленням мікродобривами (у баковій суміші вносили Фолік Макро, 2,0 л/га і Фолік Zn, 0,5 л/га) сприяло отриманню високої продуктивності. Отримано урожайність культури на рівні 12,0 т/га, що перевищувало фон без застосування добрив на 8,07 т/га [15].

В публікації Дудки М. І. та співавторів [11] представлено результати агроекономічної ефективності технології вирощування кукурудзи внаслідок внесення норм мінеральних добрив та позакореневої обробки рослин мікродобривами. Встановлено збільшення урожайності внаслідок підвищення норми мінеральних добрив. Зокрема, мінеральне удобрення застосоване під кукурудзу у нормі $N_{60}P_{45}K_{45}$ дало можливість підвищити урожайність зерна на 0,43 т/га порівняно з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$. Дворазове позакореневе підживлення посівів в період вегетації мікродобривами за основного внесення мікроелементних добрив забезпечувало зростання показника в межах 0,30-0,35 т/га.

У матеріалах Молдована В. Г та Молдована Ж. А. [26] відображено результати досліджень щодо підвищення продуктивності рослин кукурудзи внаслідок позакореневого внесення мікродобрив. Дослідження проводили на чорноземі опідзоленому Західного Лісостепу. Передпосівне нанесення на насіння добрив Оракул насіння з нормою витрати 1,0 л/т та Оракул цинк, 1,0 л/т комплексно з стимулятором росту та підживлення Оракул цинк у фазах 3-5 та 7-9 листків сприяло отриманню найвищої довжини качана гібриду ДН Меотида – 19,2 см за показника на контролі – 16,6 см. Кількість зерен в ряді качана зросла на 6 шт. порівняно з неудобреним варіантом.

В останні роки зростає інтерес науковців щодо впровадження мікоризоутворюючих препаратів, дія яких ґрунтується на взаємодії коренів рослин з гіфами гриба. В результаті цієї взаємодії підвищується

стресостійкість рослин, посилюється здатність кореневої системи поглинати вологу. За рахунок мікоризи спостерігається краща забезпеченість рослин легкозасвоюваними сполуками фосфору, сірки, магнію та мікроелементами, серед яких цинк, купрум і залізо [14].

Кукурудза позитивно реагує на внесення мікродобрив. Дослідженнями наукових установ доведено підвищення продуктивності культури внаслідок їх застосування у критичних фазах розвитку, зокрема, в період формування трьох-чотирьох та шести-семи листків. Результатами досліджень Цикова В. С. та інших встановлена залежність рівня урожайності кукурудзи від строку проведення позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними добривами. Позакоренева обробка рослин мікродобривом у фазу 6-7 листків за внесення азотних добрив у нормі N_{60} сприяло підвищенню урожайності відносно варіанту без підживлення на 2,5 %. Внесення мікродобрива у період формування рослинами дев'ятого-десятого листків підвищувало урожайність на 3,3 %, що було найкращим результатом у досліді [47].

Дослідження з вивчення доцільності проведення підживлень кукурудзи у період вегетації комплексними мікроелементними добривами проведені в умовах Степової зони України підтвердили високу їх ефективність щодо впливу на показники урожайності. Внесення мікродобрива Реаком, 4 л/га на мінеральному фоні у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило максимальний показник урожайності кукурудзи, який був на рівні 72 ц/га. Проведення підживлення мікродобривами у пізніші фази розвитку супроводжувалося зниженням урожайності культури [40].

Вивчення впливу різного рівня удобрення та системи обробітку ґрунту на показники продуктивності гібридів кукурудзи на чорноземі малогумусному представлено у дослідженнях Леня О. І., Тоцького В. М. та співавторів [19]. Найоптимальнішим варіантом удобрення, який забезпечив отримання найвищого показника урожайності кукурудзи в досліді було внесення мінеральних добрив під оранку в нормі за діючою речовиною: 45 кг/га азоту, 40 кг/га фосфору та 60 кг/га калію та підживлення мікродобривом

Новалон Фоліар один раз за вегетацію. Урожайність залежно від вирощуваного гібриду складала 65,6 та 75,0 ц/га та перевищувала варіант без внесення добрив на 40,4 та 11,9 ц/га.

Отже, на основі аналізу літературних джерел можна зробити висновок, що основне застосування мінеральних добрив є ефективним заходом підвищення урожайності кукурудзи у різних ґрунтово-кліматичних зонах вирощування. Проведення позакорневих підживлень мікродобривами, як джерела мікроелементів на критичних етапах розвитку, посилює ростові процеси рослин та забезпечує отримання значних приростів показника.

1.3. Значення системи удобрення для підвищення якісних показників зерна кукурудзи

Зерно кукурудзи широко використовується як на продовольчі цілі, так і на корм для годівлі великої рогатої худоби, свиней для виробництва концентрованих кормів. Воно характеризується високою енергетичною цінністю. Якість зерна цієї культури визначається вмістом у ньому білка та жиру. Залежно від напрямку використання в зерні контролюється вміст крохмалю [32].

На сучасному етапі зерновиробництва важливого значення набуває підвищення показників якості зерна кукурудзи. Враховуючи залежність якості зерна кукурудзи від погодно-кліматичних умов та інших зовнішніх чинників, виникає необхідність впровадження технологічних заходів щодо її регулювання з метою отримання відповідних показників. Одним з важливих чинників впливу на показники якості зерна є система удобрення. Встановлено, що зерно кукурудзи вищої якості формується в результаті застосування високих норм мінерального удобрення [23].

Дослідженнями Н. М. Рудавської, Р. М. Гук, які проводилися в зоні Лісостепу Західного встановлено позитивний вплив підвищення норми

мінеральних добрив на формування маси 1000 зерен. В результаті внесення мінеральних добрив у нормі 90 кг/га діючої речовини азоту та по 60 кг/га фосфору і калію маса 1000 зерен ранньостиглих гібридів складала 267-299 г, середньоранніх – 250-276 г. Перевищення контрольного варіанту без внесення добрив відповідно складало 8-18 г та 11-32 г залежно від гібриду. Підвищення норми азотних добрив до 120 кг/га д. р. на фоні застосування фосфору та калію у нормі по 90 кг/га д. р. збільшувало приріст маси зерен гібридів ранньої групи стиглості на 39-81 г, середньоранньої – на 54-75 г, що було найбільш істотними показниками [38].

Науковці відзначають важливість обґрунтованого поєднання заходів у технології вирощування культур, що сприяє підвищенню якості продукції. У дослідженнях, проведених на сірому лісовому ґрунті Полісся впровадження полицевого обробітку ґрунту під кукурудзу на глибину 20-22 см з внесенням $N_{120}K_{90}P_{120}$ та застосуванням соломи як добрива після попередника пшениці озимої забезпечило найвищі в досліді показники якості зерна. Кількість зерен в ряді качана складала 28, маса 1000 зерен збільшилася до 358 г, довжина качана – 17,3 см [45].

В результаті вивчення впливу системи удобрення в сівозміні на зміну показників якості зерна кукурудзи в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Правобережного встановлено високу її ефективність. Найістотніше поліпшення якісних показників зерна відзначено на фоні удобрення кукурудзи з внесенням 160 кг на 1 га за діючою речовиною азоту і 60 кг фосфору, 110 кг калію та насиченості сівозміні мінеральними добривами у нормі $N_{110}P_{60}K_{80}$. На цьому варіанті вміст білка становив 10,2 %, вміст жиру – 4,0 %. Отримано приріст показника натурності зерна на рівні 50 г/л [8].

Встановленню залежності показників якості зерна кукурудзи від рівня мінерального удобрення присвячено багаточисленні дослідження [5]. Доведено високу ефективність основного внесення мінеральних добрив у підвищенні цих показників. Проте, доцільним є застосування позакореневих обприскувань рослин мікродобривами щодо впливу на якість зерна [54; 59].

Це доводять результати досліджень Мазура В. А. та Шевченка М. В. [23]. Внаслідок сівби кукурудзи обробленим бактеріальним добривом насінням та позакореневого застосування мікродобрива Мікро Мінераліс у комплексі з регулятором росту спостерігалось значне зростання якісних показників. Відносно фону без проведення підживлення вміст білка зростав на 1,47 %, отримано показник на рівні 11,48 %, вміст жиру становив 4,50 % і характеризувався як найвищий.

У матеріалах Шевченка Л. А. та співавторів [49] наведено дослідження щодо ефективності застосування мікроелементних добрив та регуляторів росту рослин на посівах кукурудзи в умовах Північного Лісостепу. Встановлено залежність якісних показників від способу внесення мікродобрива. Зокрема, внаслідок застосування мікродобрива Рісток кукурудза шляхом передпосівної обробки насіння збільшення маси тисячі зерен порівняно з контрольним варіантом було в межах 8 г. Проведення позакореневого підживлення кукурудзи у фазу 7-9 листків було більш ефективним, показник зріс на 15 г.

Кукурудза, як важлива зернова продовольча культура, має високий потенціал продуктивності. На сучасному етапі досягненням технологій є вирощування гібридів з високими показниками якості. Важливо впроваджувати науково-обґрунтовану систему удобрення, як одного з провідних чинників регулювання хімічного складу зерна кукурудзи та підвищення фізичних показників його якості.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Кліматичні та погодні умови у роки проведення досліджень

Кліматичні умови здійснюють значний вплив на процеси ґрунтоутворення та є визначальним чинником впливу на процеси росту та розвитку рослин. У зв'язку з цим, важливим є врахування кліматичного чинника у плануванні технології вирощування сільськогосподарських культур.

Дослід закладали на полі господарства, яке розташоване у Господарство розміщене у зоні Західного Лісостепу, яка характеризується помірно-континентальним типом клімату з теплим літом та холодною зимою. Загалом кліматичні умови сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур.

Згідно з метеорологічними даними, середня температура січня складає $-3,9$ °С, липня – $18,0$ °С. Середня багаторічна температура повітря на території регіону знаходиться в межах $7,3-7,5$ °С. Сума активних температур (вище 10 °С.) сягає 2400 °С [33].

За агрокліматичним районуванням це підзона достатнього зволоження, гідротермічний коефіцієнт становить $1,6-2,0$. За рік випадає 675 мм опадів.

Погодні умови в роки проведення досліджень характеризувалися певними особливостями. Середньомісячні показники температури повітря (табл. 2.1) у зимові місяці – в січні та лютому 2022 року складала відповідно $-0,6$ та $2,2$ °С, відхилення від середнього багаторічного показника було на рівні $-3,7$ та $-0,2$ °С. У березні температура підвищилася до 4 °С та перевищувала багаторічну на $1,4$ °С, у квітні – відповідно до $6,3$ °С з відхиленням $-1,7$ °С. Істотне підвищення температури спостерігалось у травні, що припало на початок вегетації кукурудзи.

Таблиця 2.1 – Середньомісячні показники температури повітря у роки досліджень, дані

Рік	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2022	-0,6	2,2	4,0	6,3	14,3	19,2	19,3	20,4	12,0	11,2	5,2	4,1
2023	1,7	0,2	4,4	7,6	13,2	16,8	19,5	20,7	16,8	10,9	3,7	1,2
Серед- ня багато- річна	-3,1	-2,4	2,6	8,0	13,9	16,7	18,7	17,5	13,3	8,6	-1,6	-1,7
Відхилення від середньої багаторічної температури												
2022	-3,7	-0,2	1,4	-1,7	0,4	2,5	0,6	2,9	-1,3	2,6	3,6	2,4
2023	-1,4	-2,2	1,8	-0,4	-0,7	0,1	0,8	3,2	3,5	8,3	5,3	-2,9

Температура повітря сягала 14,3 °С і була вищою на 0,4 °С. Температурний середньомісячний показник червня 2022 року підвищився до 19,2 °С. У період інтенсивного росту та закладання елементів продуктивності кукурудзи, який припадає на липень-серпень даний показник знаходився на рівні, відповідно 19,3 та 20,4 °С з відхиленням 0,6 та 2,9 °С. У вересні відзначено зниження температури порівняно з середньою багаторічною на 1,3 °С, у жовтні – зростання на 2,6 °С.

В 2023 році відхилення середньомісячної температури січня було на рівні -1,4 °С, лютого та березня відповідно – -2,2 та 1,8 °С. Значення температурного показника травня складало 13,2 °С, що нижче від багаторічного показника на 0,7 °С. У червні та липні показники перевищували середнє багаторічне значення відповідно на 0,1 та 0,8 °С і сягали 16,8 та 19,5 °С. У серпні спостерігалось підвищення температури на 3,2 °С. В наступні місяці відзначено незначні відхилення від норми середньомісячної температури повітря.

Місячна сума опадів також варіювала у період досліджень (рис. 2.1, дод. В).

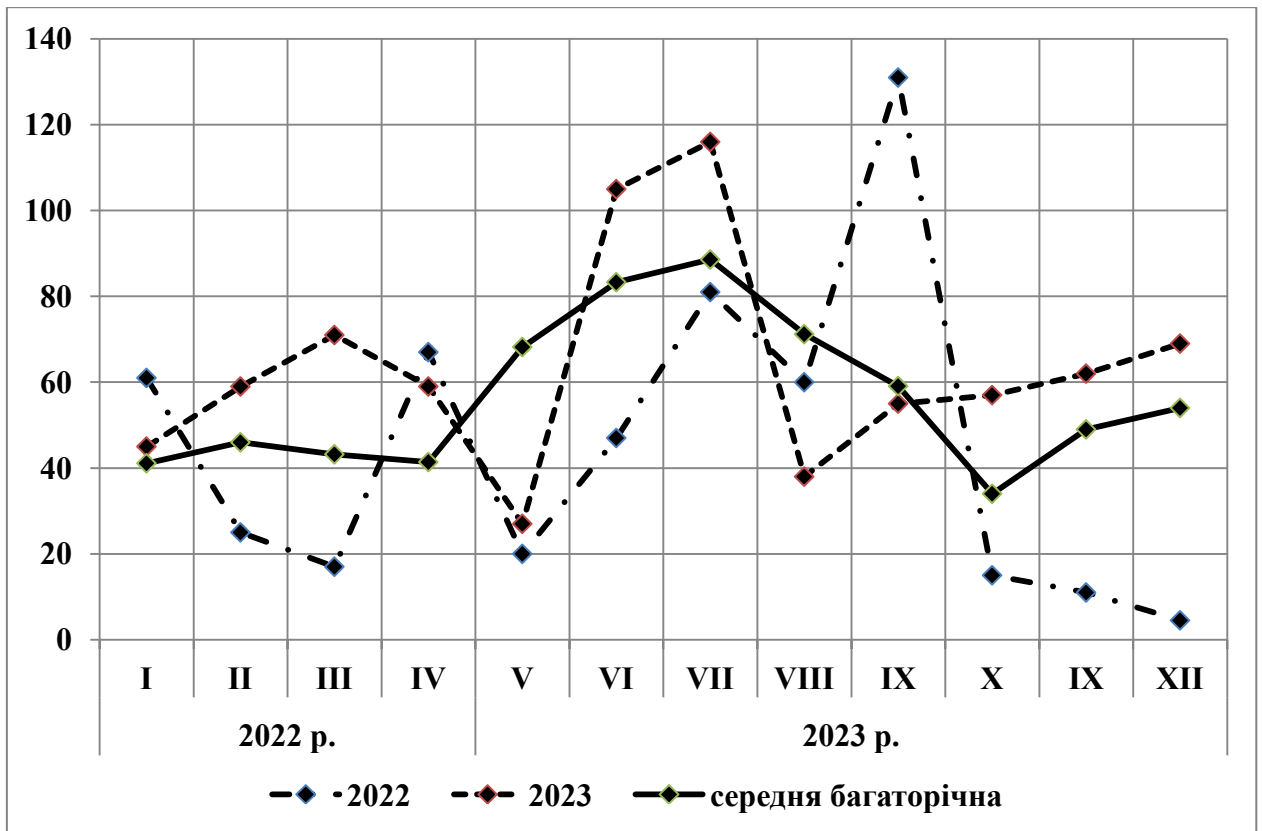


Рисунок 2.1 – Розподіл кількості опадів у період проведення досліджень (за даними метеостанції)

Як видно з рисунка 2.1, січень 2022 року характеризувався випадання дещо вищої кількості опадів порівняно з багаторічною нормою, яка складала 61 мм. У лютому кількість опадів знизилася до 25 мм, що нижче від багаторічної на 21 мм. У весняний період найбільше опадів випало у квітні – 67 мм, що на 25,6 мм перевищує середню багаторічну кількість. Випадання відносно невеликої кількості опадів спостерігалось у травні 20 мм, що було меншим від багаторічного значення на 48,2 мм. У літній період, зокрема, в червні випало 47 мм, у липні – 81 мм, у серпні – 60 мм опадів, проте ця кількість була нижчою від середньої багаторічної норми, яка випадає в регіоні, відповідно на 36,3, 7,6, 11,2 мм. Найбільше опадів за осінній період спостерігалось у вересні – 131 мм, що вище від норми на 71,9 мм.

У 2023 році кількість опадів у березні була вищою порівняно з попереднім роком досліджень і становила 71 мм, у квітні випало 59 мм, у травні – 27 мм. Відхилення було на рівні відповідно на 27,8, 17,6 та -41,2 мм. Літні місяці були вологими, найбільше опадів випало червні та липні – 105 і 116 мм та перевищувало багаторічне значення на 21,7 та 27,4 мм.

Отже, враховуючи біологічні особливості рослин кукурудзи можна зробити висновок, що погодні умови у 2022-2023 років були сприятливими для їхнього розвитку.

2.2. Характеристика ґрунту дослідної ділянки

Застосування технологічних прийомів вирощування різних сільськогосподарських культур має базуватися на науковому підході з урахуванням кліматичного та ґрунтового чинників. Врахування типу ґрунту має важливе значення у плануванні системи удобрення [37].

Тип ґрунту дослідної ділянки – дерново-підзолистий, належить до виду слабопідзолистих ґрунтів. За гранулометричним складом ґрунт піщано-легкосуглинковий.

Формування дерново-підзолистих ґрунтів відбувалося під дією підзолистого та дернового ґрунтоутворюючих процесів. Їм характерна слабка гумусованість. Характеризуються низькою ємністю вбирання, яка знаходиться в межах 3,5-4,0 мг-екв./100 г ґрунту. Ступінь насиченості на основі становить 55 %. Запаси продуктивної вологи у метровому шарі складають 105 мм. Бал бонітету – 27 [21].

У гранулометричному складі гумусо-елювіального горизонту часточки розміром 1-0,25 мм становлять 26,72 % на абсолютно суху масу, фракція від 0,25 до 0,05 мм займає 50,80 %, від 0,05 до 0,01 мм – 12,43 %, менше 0,001 мм – 5,2 %. Вміст обмінно-увібраних катіонів Ca^{2+} у верхньому горизонті дорівнює 1,77 мг-екв./100 г ґрунту, Mg^{2+} – 0,38 мг-екв./100 г ґрунту. Щільність будови – $1,5 \text{ г/см}^3$, загальна шпаруватість – 41,8 % [34].

Досліджуваний тип ґрунту має диференційований профіль ілювіально-елювіального типу та включає наступні генетичні горизонти:

NE (0-20 см) – гумусовий елювіований горизонт, має сіре забарвлення, відзначається слабкою гумусованістю, низькою оструктуреністю, розпушений, перехід у наступний горизонт різкий.

Eh (21-35 см) – гумусо-елювіальний горизонт, характеризується білуватими прошарками, верхня його частина слабогумусована сірувато-бурого кольору, у нижній частині білуватий, містить кремнезем.

I (36-70 см) – ілювіальний горизонт, червоно-бурого забарвлення, горіху вато-призматичної структури, наявні вкраплення глини та прошарки піску, відзначається щільністю, перехід у ілювіований горизонт виражений.

IP (71-100 см) – перехідний ілювіований горизонт, містить прошарки піску, бурого кольору, щільність нижча.

P (101-150 см) – материнська порода, являє собою флювіогляціальний пісок жовтого забарвлення [33].

В результаті проведення агрохімічного аналізу ґрунту встановлено, що до закладання дослідів (табл. 2.2), ґрунт дослідної ділянки у шарі 0-20 см характеризувався дуже низьким вмістом гумусу на рівні 1,7 %. Реакція ґрунтового розчину – близька до нейтральної ($pH_{KCl} = 5,6$).

Таблиця 2.2 – Агрохімічна характеристика дерново-підзолистого ґрунту до закладання дослідів, середнє за 2022-2023 рр.

Показник	Глибина відбору зразка, см	
	0–20	21–40
pH_{KCl}	5,6	5,5
Вміст гумусу, %	1,7	1,5
Лужногідролізований азот, мг/кг ґрунту	84	77
Рухомий фосфор, мг/кг ґрунту	108	96
Обмінний калій, мг/кг ґрунту	119	103

Згідно отриманих результатів вміст лужногідролізованого азоту у верхньому шарі ґрунту відзначався як дуже низький – 84 мг/кг ґрунту. Забезпеченість рухомим фосфором та обмінним калієм – підвищена, показники відповідно становили 108 та 119 мг/кг ґрунту.

2.3. Методика проведення досліджень

Важливим аспектом роботи є методичний рівень проведення досліджень. Користуючись загальноприйнятою методикою [12] польові дослідження проводили впродовж 2022-2023 рр.

В основу досліджень було покладено схему досліду, яка передбачала варіанти з внесенням макроелементних добрив та застосування мікродобрив на їх фоні:

1. Контроль (без добрив)
2. $N_{120}P_{80}K_{120}$
3. $N_{120}P_{80}K_{120}$ + Реаком-плюс-кукурудза, 3,5 л/т
4. $N_{120}P_{80}K_{120}$ + Реаком-плюс-кукурудза, 3,5 л/т + Авангард кукурудза, 2 л/га
5. $N_{150}P_{100}K_{140}$ + Реаком-плюс-кукурудза, 3,5 л/т + Авангард кукурудза, 2 л/га

Фосфорно-калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту. З фосфорних добрив використовували суперфосфат, у якому міститься 19 % діючої речовини фосфору, з калійних добрив – калімаг з вмістом калію 30 %. З азотних добрив застосовували карбамід. Азот у карбаміді знаходиться в амідній формі, за поверхневого внесення він здатний вивітрюватися, тому його загортали культиватором під час передпосівного обробітку ґрунту. Вміст діючої речовини у добриві – 46 %.

Застосування мікродобрива Реаком-плюс-кукурудза здійснювали шляхом нанесення на насіння перед посівом, Авангард кукурудза – у підживленні в фазу ВВСН 15-16.

До складу добрива Реаком-плюс-кукурудза входить комплекс мікро- та макроелементів, г/л: Zn – 26-30, Mn – 6-7, Cu – 7, Mo – 0,17-0,2, Co – 0,2, B – 4, Ni – 0,25-0,34, N – 5, P₂O₅ – 41, K₂O – 41, S – 16. Мікроелементи у добриві містяться у вигляді різнолігандних халатних комплексів, що забезпечує високу їх проникність у насінину та впливає на посилення ростових процесів та формування урожайності рослинами кукурудзи.

Авангард кукурудза є розчинним концентратом мікроелементів, у якому містяться, г/л: Zn – 22, Cu – 3, Mn – 5,5, B – 4, Co – 0,1, Mo – 0,1, Fe – 5, K₂O – 10, N – 55, MgO – 50, SO₃ – 122. Добриво застосовується з метою активізації обмінних процесів у рослинному організмі, забезпечення культури елементами мінерального живлення у критичний період росту та розвитку, підвищення стійкості до несприятливих умов вегетаційного періоду.

Площа облікової ділянки становила 72 м². Дослід закладали у триразовому повторенні методом неповної рендомізації. Попередником кукурудзи у польовому досліді була соя.

У процесі проведення досліджень користувалися загальноприйнятими методичними стандартами. Вміст лужногідролізованого азоту визначали за методом Корнфільда [51], рухомого фосфору та обмінного калію – за методом Чирикова, реакцію ґрунтового розчину - ДСТУ ISO 10390:2007 [52]. Зразки ґрунту відбирали з шару 0-25 та 26-50 см. Визначення маси тисячі зерен проводили згідно ДСТУ 4233:2003, вмісту білка - ДСТУ 4233:23. Для визначення вмісту жиру у зерні використовували метод знежиреного залишку.

Розрахунок енергетичної ефективності технології вирощування кукурудзи проводили згідно з методикою Медведовського О. К. [24], математичне опрацювання отриманих результатів виконували з допомогою програми Statistica 6.0 і Microsoft Excel.

2.4. Технологія вирощування культури та характеристика гібриду

Технологія вирощування культури являє собою комплекс заходів спрямованих на створення сприятливих умов для розвитку рослин та отримання високого рівня продуктивності. У наших дослідження застосовували загальноприйняту технологію вирощування кукурудзи для зони Лісостепу Західного.

Першочергове значення має обробіток ґрунту. У системі основного обробітку ґрунту було проведено дискування дисковою бороною після попередника сої на глибину 6 см. Мета даного заходу полягала у подрібненні рослинних решток та у боротьбі з бур'янами. Слідом за дискуванням проведено оранку на глибину 25 см плугом агрегатованим з трактором Fendt 936.

Якісна оранка покращує структуру ґрунту, шпаруватість, забезпечує створення сприятливого водно-повітряного режиму ґрунту, знищення бур'янів, а також збудників хвороб і шкідників, які зимують на рослинних рештках.

З метою збереження вологи у ґрунті та знищення бур'янів у фазі білої ниточки навесні проведено культивацію на глибину 12 см. Передпосівний обробіток ґрунту полягав у створенні найсприятливіших умов для проростання насіння кукурудзи. Найкраще його проведення забезпечується комбінованими агрегатами. Тому перед сівбою обробіток ґрунту проводили комбінованим агрегатом

Сівбу кукурудзи здійснювали сівалкою за оптимальних температурних показників, зокрема, за переходу середньодобової температури через 14 °C. У 2022 році терміни посіву кукурудзи припали на 28 квітня, у 2023 році – на 05 травня. Глибина сівби становила 5 см, що створює сприятливі умови розвитку кореневої системи. Норма висіву насіння складала 1,70 посівної одиниці на 1 га.

У системі передпосівної підготовки насінневого матеріалу, насіння протруювали фунгіцидним протруйником Февер, т.к.с., діючою речовиною якого є протіокназол, 300 г/л з нормою витрати 0,8 л/т у поєднанні з інсектицидним протруйником Круїзер 350, т.к.с. (тіаметоксам, 600 г/л) з нормою внесення 8 л/т. Застосування препарату Февер забезпечує захист посівів від ураження кореневими та стебловими гнилями, а також летючою сажкою. Інсектицидний протруйник Круїзер 350 ефективний у боротьбі з комплексом шкідників, зокрема, попелицею, дротяником, блішками, чорнотілками, шведською мухою.

Важливим елементом технології вирощування кукурудзи є захист від бур'янів на ранніх етапах розвитку. У зв'язку з цим, у боротьбі з однорічними злаковими та дводольними бур'янами до появи сходів кукурудзи вносили ґрунтовий гербіцид Стомп 33%, к.е., 4,5 л/га. Діючою речовиною препарату є пендиметалін. У фазу 5 листків кукурудзи посіви обприскували баковою сумішшю гербіцидів Діален Супер 464 SL, в.р.к. (2.4-Д, 334 г/л + дикамба, 120 г/л), 1,5 л/га та Мілагро, 4% к.с. (нікосльфон 4 %), 1,2 л/га. Внесення суміші препаратів спрямовано на знищення однорічних та багаторічних дводольних та злакових бур'янів.

У період вегетації кукурудзи великої шкоди посівам завдають шкідники, а саме кукурудзяний стебловий метелик, бавовникова совка, попелиці. Захист кукурудзи на дослідній ділянці від пошкодження зазначеними шкідниками полягав у внесенні інсектициду Пірінекс Супер, КЕ, 1,1 л/га. За внесення інсектициду враховували економічний поріг шкодочинності шкідників – 18 % рослин з яйцекладками кукурудзяного метелика, на 7 % рослин наявні гусениці бавовникової совки.

Застосування засобів захисту рослин здійснювали відповідно до регламентів застосування та дотримуючись норм внесення згідно з Переліком пестицидів та агрохімікатів дозволених до використання в Україні [31].

Вирощували гібрид кукурудзи Лоренс, який характеризується середньораннім типом розвитку з показником ФАО 260. Заявником та власником є ТзОВ «ТД Перспектива-А», гібрид занесений до державного реєстру у 2021 році. Напрямок використання – зерновий. Згідно зональних рекомендацій використання гібриду, він призначений для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України [10]. За описом морфологічних ідентифікаційних ознак перший листок має помірне антоціанове забарвлення піхви та округлу форму верхівки. Листок характеризується сильною інтенсивністю зеленого кольору з ледь похилим положенням листової пластинки у просторі. Антоціанове забарвлення піхви листка відсутнє, іноді слабо виражене.

Волоть у гібриду Лоренс середньої щільності з невеликою кількістю первинних бічних гілок та слабким антоціановим забарвленням колосових лусок, кут між основною віссю та бічними гілочками середній. Качан конусоциліндричної форми, короткий, має великий діаметр у середній частині, відзначається помірним антоціановим забарвленням шовку. Висота кріплення качана – 95 см. Кількість рядів зерен у качані складає 12, зернівка зубовидного типу з характерним для гібриду жовтим забарвленням верхівки.

За результатами польових випробувань середня урожайність досліджуваного гібриду у зоні Лісостепу становила 8,43 т/га, вміст крохмалю у зерні відзначено на рівні 72,6 %, вміст білка – 8,3 %. Середня тривалість періоду вегетації 118 днів. Гібрид характеризується високою стійкістю до ураження гельмінтоспориозом, пухирчастою сажкою та стебловими гнилями (за шкалою стійкості – 9 балів). Стійкість до посухи на рівні 8 балів [28].

РОЗДІЛ 3
ЕФЕКТИВНІСТЬ МАКРОЕЛЕМЕНТНОГО ТА
МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО УДОБРЕННЯ НА ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА
ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ
(РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)

3.1. Вплив удобрення на забезпеченість дерново-підзолистого ґрунту елементами живлення за вирощування кукурудзи

Отримання високої урожайності кукурудзи зумовлюється високим вмістом у ґрунтовому розчині елементів мінерального живлення. Кукурудза вимоглива до забезпеченості ґрунту макроелементами, що безпосередньо пов'язане з формуванням великої надземної маси. Характерною особливістю цієї культури є короткий період живлення на етапах інтенсивного росту та розвитку.

Дослідники зазначають, що засвоєння елементів живлення кукурудзою, в значній мірі, залежить від групи стиглості та вирощуваного гібриду. Також ефективність внесених добрив визначається ґрунтовими та кліматичними умовами [4; 43].

У наших дослідженнях вміст елементів живлення у ґрунті за вирощування кукурудзи визначався рівнем мінерального удобрення. За внесення добрив спостерігалось підвищення вмісту у ґрунті легкогідролізованого азоту (табл. 3.1).

Згідно проведеного агрохімічного аналізу, у фазу за ВВСН 51 на варіанті без добрив значення показника складало 77 мг/кг ґрунту та було найнижчим. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{80}K_{120}$ підвищило вміст легкогідролізованого азоту до 131 мг/кг ґрунту, тобто він збільшився на 54 мг/кг ґрунту. Використання допосівної обробки насіння мікродобривом Реаком-плюс-кукурудза та її поєднання з позакореневим підживленням

Авангард кукурудза на фоні цієї норми добрив (варіанти 3 та 4) не здійснювало суттєвого впливу на зміну вмісту азоту. Його вміст був на рівні фонового внесення мінеральних добрив і складав 133 та 135 мг/кг ґрунту.

Таблиця 3.1 – Вплив фонів мінерального живлення на вміст у ґрунті легкогідролізованого азоту в шарі 0-20 см (середнє за 2022-2023 рр.), мг/кг ґрунту

Варіант	Фаза вегетації	
	ВВСН 51	ВВСН 85
1. Контроль (без добрив)	77	58
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	131	105
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	133	106
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	135	108
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	142	118

На варіанті з внесення підвищеної норми мінеральних добрив N₁₅₀P₁₀₀K₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза вміст легкогідролізованого азоту у цій фазі був найвищим і складав 142 мг/кг ґрунту, тобто підвищився на 65 мг/кг ґрунту.

Внаслідок використання азоту рослинами у процесі мінерального живлення його вміст у 85 фазі знизився, проте за фонами удобрення спостерігалася подібна тенденція до зростання показника. Значення його вмісту змінювалися від 58 мг/кг ґрунту на контролі до 105-118 мг/кг ґрунту за внесення добрив та перевищували контрольний показник на 45-57 мг/кг ґрунту.

Вміст рухомого фосфору у ґрунті також корелював під впливом удобрення (рис. 3.1).

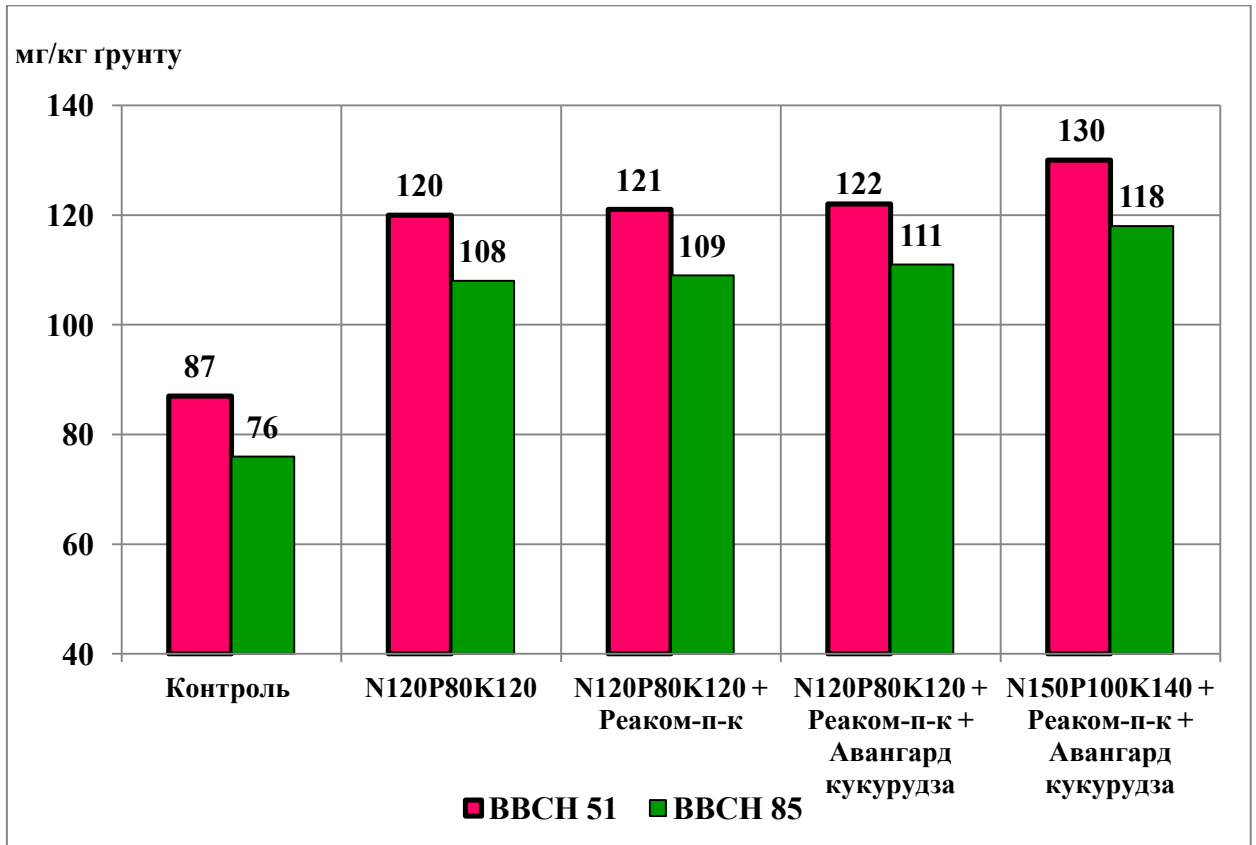


Рисунок 3.1 – Зміна вмісту рухомого фосфору у дерново-підзолистому ґрунті у період вегетації кукурудзи під впливом удобрення, середні дані за 2022-2023 рр.

У 51 фазу мінеральне удобрення застосоване у другому варіанті підвищувало вміст рухомого фосфору у ґрунті на 33 мг/кг ґрунту, показник його вмісту був на рівні 120 мг/кг ґрунту. За внесення мікродобрив на третьому та четвертому варіантах не спостерігалось істотного зростання вмісту фосфору, його значення склали 121 та 122 мг/кг ґрунту. Найвищий його вміст був у п'ятому варіанті дослідів, на якому збільшено норму фосфору у складі повного мінерального добрива. Отримано вміст на рівні 130 мг/кг ґрунту, що перевищило неудобрений фон на 43 мг/кг ґрунту.

В кінці вегетації (85 фаза) у ґрунті відзначено нижчий вміст рухомого фосфору, що пов'язано з використанням рослинами. Показники змінювалися від 76 мг/кг ґрунту на неудобреному варіанті до 130 мг/кг ґрунту на фоні п'ятого варіанту.

Відзначено позитивний вплив удобрення на зміну вмісту обмінного калію у період вегетації кукурудзи (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Вміст обмінного калію у ґрунті залежно від варіанту удобрення в шарі 0-20 см (середнє за 2022-2023 рр.), мг/кг ґрунту

Варіант	Фаза вегетації	
	ВВСН 51	ВВСН 85
1. Контроль (без добрив)	99	78
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	124	101
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	125	102
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	126	104
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	133	113

Вміст обмінного калію на неудобреному варіанті становив 99 мг/кг ґрунту та був найнижчим. На другому-четвертому варіантах, за фонового внесення 120 кг/га азоту, 80 кг фосфору та 120 кг калію, його показники зростали відносно контролю на 25-27 мг/кг ґрунту і коливалися від 124 до 126 мг/кг ґрунту. Найвищий вміст обмінного калію був на фоні внесення 150 кг азоту, 100 кг фосфору та 140 кг калію та застосування мікродобрив, де становив 133 мг/кг ґрунту та перевищував контроль на 34 мг. У 85 фазі вміст обмінного калію коливався від 78 до 113 мг/кг ґрунту, зростання його вмісту на фонах удобрення було на рівні 23-35 мг/кг ґрунту.

Отже, за вищого рівня удобрення поліпшувалася забезпеченість дерново-підзолистого ґрунту елементами живлення.

3.2. Динаміка площі листкової поверхні та висоти рослин кукурудзи залежно від норм внесення макро- та мікроелементного добрив та застосування мікроелементного удобрення на їх фоні

Сприятливі умови росту та розвитку рослин кукурудзи покладені в основу формування високопродуктивних посівів кукурудзи. Встановлено, що добре розвинені рослини формують вищу урожайність. На ріст і розвиток кукурудзи впливає низка чинників, серед яких впливовим є технологія вирощування.

Дослідження супроводжувалися веденням спостережень за ростом та розвитком рослин кукурудзи гібриду Лоренс у період вегетації (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Посіви кукурудзи гібриду Лоренс на дослідному полі у фазу за ВВСН 16 в 2022 році

Завданням системи удобрення кукурудзи є створення умов мінерального живлення, які забезпечать формування оптимальної архітекτονіки рослин та, як результат – зростання урожайності та поліпшення показників якості. У дослідженнях ми вивчали вплив різних рівнів удобрення на формування площі листкової поверхні рослин. Встановлено, що внесення макро добрив та сумісне їх застосування з мікродобривами у фазу 39 сприяло її збільшенню (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Вплив норм макро добрив та застосування мікродобрив на їх фоні на формування площі листкової поверхні кукурудзою у фазу за ВВСН 39 в 2022-2023 рр.

Варіант	Площа листкової поверхні, тис. м ² /га			
	2022 р.	2023 р.	середнє	+/- до контролю
1. Контроль (без добрив)	11,4	12,1	11,8	-
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	20,5	21,9	21,2	9,5
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	21,1	22,6	21,9	10,1
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	21,9	23,5	22,7	11,0
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	23,8	25,8	24,8	13,1

У 39 фазі у рослин кукурудзи формується дев'ятий стебловий вузол, стебло витягується. В цей період на варіанті без внесення добрив у 2022 році площа листків складала 11,4 тис. м²/га. Внесення мінеральних добрив у нормі N₁₂₀P₈₀K₁₂₀ забезпечило її підвищення на 9,1 тис. м², тобто показник складав 20,5 тис. м². Внаслідок передпосівної обробки насіння комплексним мікродобривом Реаком-плюс-кукурудза на фоні цієї норми добрив площа фотосинтезуючої поверхні збільшилася на 9,7 тис. м²/га і становила 21,1 тис.

м². Позакореневе внесення мікродобрива Авангард кукурудза у поєднанні з обробкою насіння мікродобривом на четвертому варіанті проявилось в отриманні її приросту відносно контролю на рівні 10,5 тис. м² на гектарну площу. Площа листової поверхні була найвищою на варіанті застосування найвищої норми мінеральних добрив N₁₅₀P₁₀₀K₁₄₀ у поєднанні з Реаком-плюс-кукурудза та Авангард кукурудза і становила 23,8 тис. м²/га.

У 2023 році показники площі фотосинтезуючої поверхні були вищими, що пов'язано з більш сприятливими погодними умовами. З підвищенням рівня мінерального удобрення вона зростала подібно до попереднього року визначення. Відповідно найнижче її значення було на контролі – 12,1 тис. м² на 1 га. Застосування макро-добрив та їх поєднання з мікроудобренням підвищувало показник на 9,8-13,7 тис. м². Найістотніший приріст отримано на п'ятому варіанті досліду, де показник становив 25,8 тис. м²/га.

Згідно з отриманими середніми дворічними даними, площа листків змінювалася від 11,8 тис. м²/га на контрольному варіанті до 24,8 тис. м²/га на фоні мінерального удобрення у нормі 150 кг/га діючої речовини азоту, 100 кг/га фосфору та 140 кг/га калію та Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза. Зазначений фон удобрення сприяв отриманню найвищого приросту площі листів, який був на рівні 13,1 тис. м²/га.

Упродовж вегетації до фази 63 макростадії 6 рослини нагромаджували більшу кількість вегетативної маси, що позначилося на зростанні площі листової поверхні (рис. 3.3).

Аналізуючи отримані дані площі листків можна стверджувати, що її значення зберігали тенденцію до зростання за варіантами досліду. У 2022 році залежно від варіанту удобрення отримано прирости щодо контролю на рівні 10,2-11,4 тис. м² на гектарну площу. Показники на варіантах з внесенням добрив коливалися від 43,1 на другому варіанті до 47,3 тис. м²/га на фоні п'ятого варіанту. В 2023 році спостерігалось варіювання значень площі листової поверхні від 35,4 до 51,4 тис. м²/га, її збільшення відносно неудобреного варіанту коливалось від 11,3 до 16,0 тис. м².

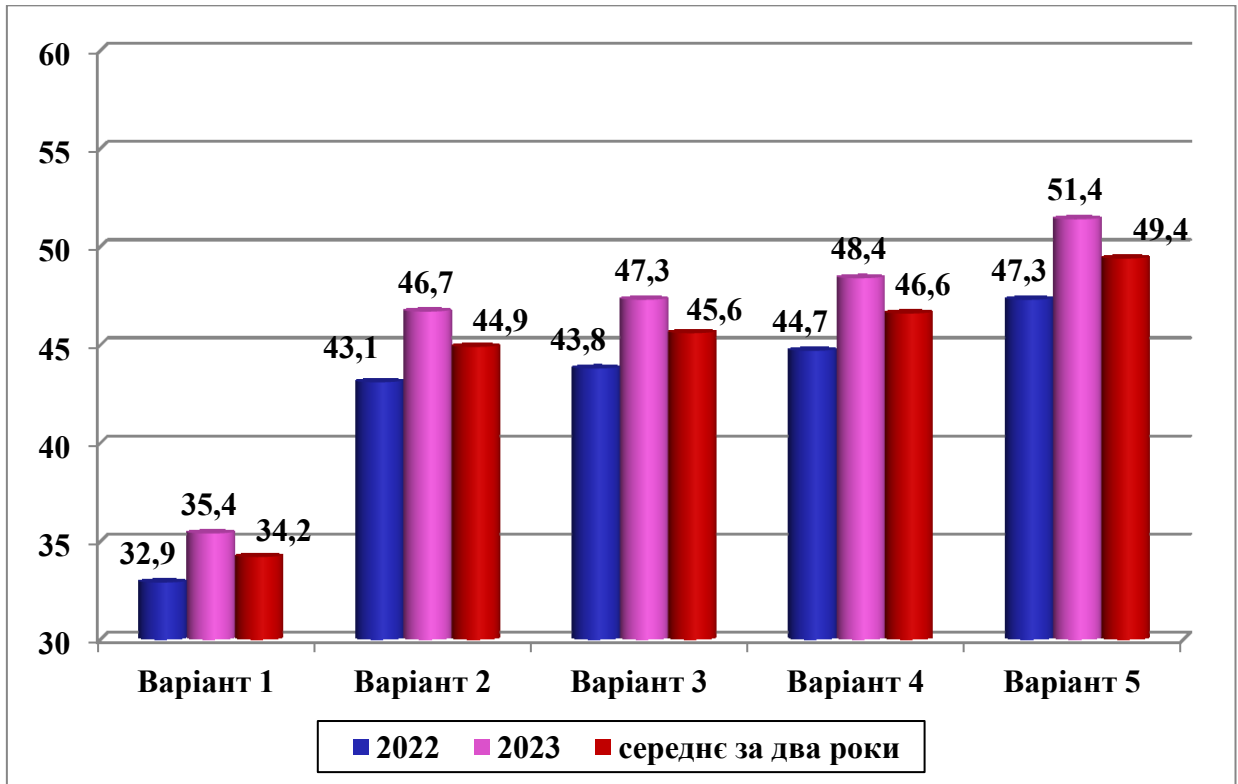


Рисунок 3.3 – Зміна площі фотосинтезуючої поверхні кукурудзи під впливом удобрення у 63 фазу в 2022-2023 рр.

В середньому за два роки значення показника коливалися від 34,2 до 49,4 тис. м²/га. Площа листкової поверхні підвищувалася під впливом макро- та мікродобрив на 10,8-15,2 тис. м² на 1 га.

На 63 стадії розвитку рослини розвивають жіноче суцвіття, спостерігається поява кінчика ниток рильця (рис. 3.4). В цій фазі площа листків була найвищою за вегетаційний період кукурудзи.

Визначення площі листків у 83 фазі показали деяке її зниження порівняно з попередньою фазою визначення, що пояснюється протіканням процесів дозрівання та часткового відмирання листкового апарату. В роки досліджень вона відрізнялася, зокрема у 2022 році показники були в межах 30,3-43,7 тис. м²/га, у 2023 році – 32,7-47,7 тис. м²/га. Середні дворічні дані показали збільшення площі листків на 10,0 тис. м² внаслідок внесення N₁₂₀P₈₀K₁₂₀, за обробки насіння на цьому фоні – на 10,7 тис. м², проведення підживлення Авангард кукурудза на варіанті 4 – 11,8 тис. м²/га.



Рисунок 3.4 – Посіви кукурудзи у фазу ВВСН 63 у 2023 році

На варіанті 5 з застосуванням найвищої норми добрив та комплексним внесенням мікродобрив приріст був найвищим і становив 14,2 тис. м²/га за показника 45,7 м²/га. Результати визначення площі листкової поверхні у фазу 83 наведено в таблиці 3.4

Таблиця 3.4– Динаміка площі асиміляційної поверхні під впливом фонів макро- та мікроудобення в фазу 83 у період проведення досліджень

Варіант	Площа листкової поверхні, тис. м ² /га			
	2022 р.	2023 р.	середнє	+/- до контролю
1	2	3	4	5
1. Контроль (без добрив)	30,3	32,7	31,5	-
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	39,9	43,1	41,5	10,0

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	40,4	43,9	42,2	10,7
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	41,4	45,1	43,3	11,8
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	43,7	47,7	45,7	14,2

Важливим біометричним показником кукурудзи є висота рослин. Встановлено зміну приростів рослин у висоті внаслідок застосування мікродобрів на фонах мінерального живлення (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Вплив удобрення на висоту рослин кукурудзи у 2022-2023 рр. у фазу за ВВСН 87

Варіант	Висота рослин, см			
	2022 р.	2023 р.	середнє	приріст до контролю
1. Контроль (без добрив)	223,2	234,3	228,8	-
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	234,3	247,6	241,0	12,2
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	237,4	251,1	244,3	15,5
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	241,3	255,4	248,4	19,6
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	248,1	262,6	255,4	26,6

На першому році досліджень без внесення добрив рослини кукурудзи гібриду Лоренс характеризувалися висотою 223 см. За мінерального удобрення застосованого у другому варіанті 234,3 см, у третьому варіанті –

237,4 см, що вище від контролю відповідно на 11,4 та 14,2 см. Найвищі прирости у висоті відзначено на фонах внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{80}K_{120}$ та $N_{150}P_{100}K_{140}$ та застосування на їх фоні мікродобрив, які склали відповідно 18,1 та 24,9 см. Показники сягали 241,3 та 248,1 см.

Сприятлива температура повітря та періодичне випадання опадів в період вегетації 2023 року сприяло кращому росту рослин кукурудзи порівняно з 2022 роком досліджень. Це здійснило вплив на показники висоти рослин, які були вищими.

Внаслідок внесення норм мінеральних добрив та застосування мікродобрив на їх фоні у 2023 році рослини характеризувалися висотою в межах 247,6-262,6 см, прирости склали 13,3-28,3 см. Найвищі значення забезпечив п'ятий варіант дослідів.

В середньому найнижчу висоту рослин отримано на варіанті без добрив 228,8 см. Рівні мінерального удобрення у варіантах 2-5 сприяли її зростанню до 241,0-255,4 см, що вище від контролю на 12,2-26,6 см. Найоптимальнішим було удобрення у варіант 5, де отримано найвищий показник.

Отже, застосування мікродобрив на фоні норм основного макроелементного удобрення забезпечує посилення процесів росту і розвитку рослин кукурудзи, що відобразилося на збільшенні площі асиміляційної поверхні та висоти рослин.

3.3 Вплив мінерального удобрення на формування структури урожаю кукурудзи

Формування елементів структури урожаю кукурудзи відбувається на певних етапах росту та розвитку. Отримання потенційної урожайності інтенсивних гібридів можливе за оптимальних параметрів кожного з цих елементів. Завданням впровадженої технології є розкрити генетичний

потенціал культури та забезпечити високі показники структурних елементів урожаю та показника урожайності.

Нашими дослідженнями встановлено покращення показників структурних елементів урожаю кукурудзи за внесення норм мінеральних добрив та використання мікродобрив на їх фоні. Відзначено істотний вплив удобрення на довжину качана культури (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Вплив сумісного застосування макро- та мікродобрив на довжину качана кукурудзи у 2022-2023 рр.

Фон живлення	Довжина качана, см			+/- до без добрив, см	+/- до без добрив, %
	2022 р.	2023 р.	середнє		
1. Контроль (без добрив)	17,8	18,5	18,2	-	-
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	18,9	19,9	19,4	1,3	6,9
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	19,2	20,4	19,8	1,7	9,1
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	19,8	21,1	20,5	2,3	12,6
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	20,9	22,4	21,7	3,5	19,2

На фоні вирощування кукурудзи без внесення добрив довжина качана у 2022 році була найнижчою. Мінеральне удобрення в нормі 120 кг азоту, 80 кг фосфору та 120 кг калію на 1 га забезпечило її приріст на рівні 1,1 см, тобто становила 18,9 см. Передпосівна обробка насіння мікродобривом Реаком-плюс-кукурудза та її поєднання з позакореневим підживленням Авангард кукурудза на фоні цієї норми добрив забезпечило довжину качана на рівні відповідно 19,2 та 19,8 см, що вище від контролю на 1,4 та 2,0 см.

На фоні 150 кг/га азоту, 100 кг/га фосфору і 140 кг/га калію качан відзначався як найдовший і сягав 20,9 см, що вище від контролю на 3,1 см.

Отримані дані довжини качана у 2023 році характеризуються подібною динамікою за варіантами. Показники змінювалися від 18,5 см без застосування добрив до 22,4 см на фоні п'ятого варіанту, що було найвищим. Зростання довжини колоса відносно контрольного варіанту сягали 1,4-3,9 см.

На основі середніх дворічних даних можливо надати узагальнену оцінку отриманих результатів. Середня довжина качана на контрольному варіанті становила 18,2 см та була найнижчою. З внесенням добрив у варіанті 2 спостерігалось її збільшення до 19,4 см. На фоні даної норми добрив, внаслідок застосування мікродобрив шляхом нанесення на насіння у варіанті 3 – качан відзначався довжиною 19,8 см, за обробки насіння та підживлення мікродобривами у варіанті 4 – 20,5 см. Отримані прирости відповідно становили 1,7 та 2,3 см.

Максимальний приріст качана кукурудзи у довжині забезпечив фон з внесенням $N_{150}P_{100}K_{140}$ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза, на якому він складав 3,5 см, або 19,2 % за довжини 21,7 см.

Кількість зерен у ряді качана також зростала під впливом застосування добрив (рис. 3.5).

В 2022 році на контролі отримано 38,7 зерен на ряд. На другому та третьому варіантах кількість зерен зростав до 38,6 та 39,1 шт., що вище від контролю на 1,5 та 2,0 шт. За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{80}K_{120}$ та $N_{150}P_{100}K_{140}$ з застосуванням на їх фоні мікродобрив Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза було найефективнішим. На цих варіантах отримано відповідно 39,9 та 40,6 зерен в ряді качана. Перевищення контролю складало 2,8 та 3,5 зерен.

Варіювання показників кількості зерен у 2023 році було в межах 38,7-42,7 шт.. Зростання кількості зерен відносно неудобреного варіанту складало 1,7-4,0 шт./ряд. Найвище значення отримано на фоні п'ятого варіанту.

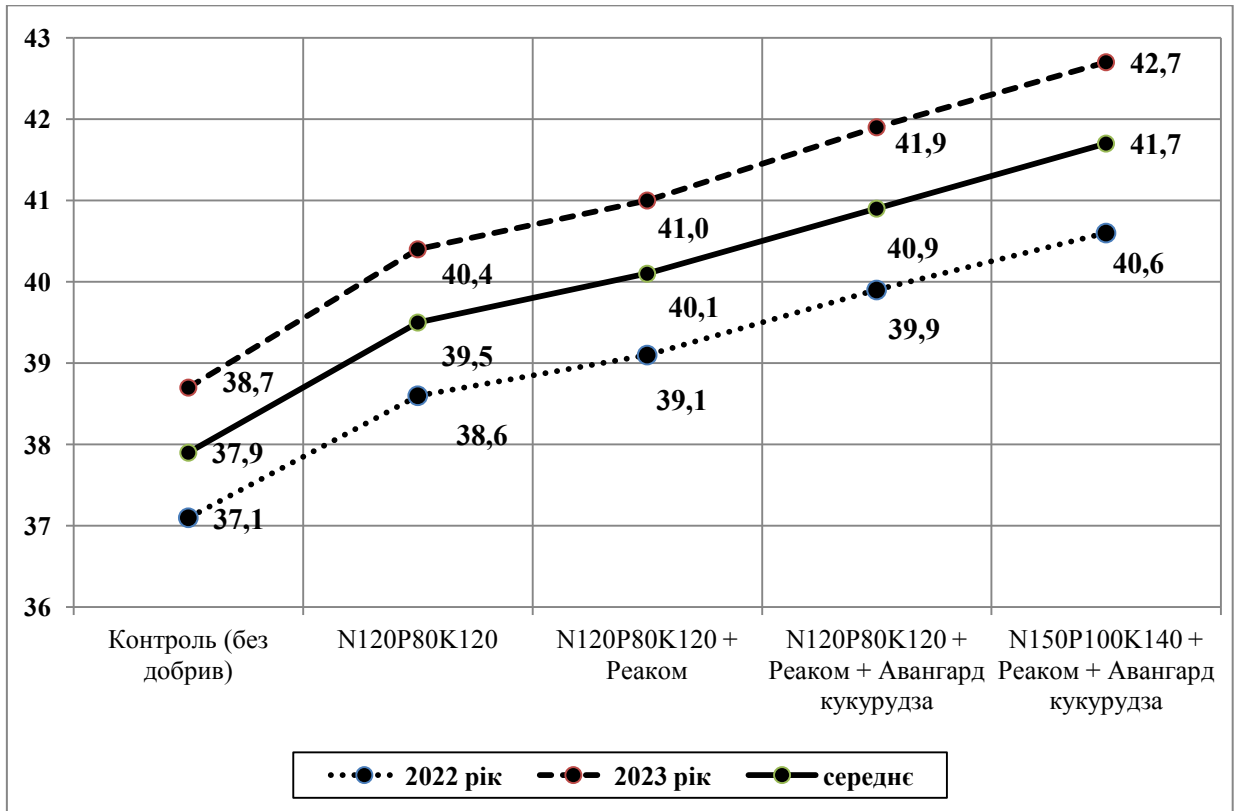


Рисунок 3.5 – Формування кількості зерен в ряді качана кукурудзи під впливом удобрення у 2022-2023 рр., шт.

В середньому за два роки найнижча кількість зерен становила 37,9 шт. на контрольному варіанті. За внесення фонові норми добрив $N_{120}P_{80}K_{120}$ вона зросла на 1,6 шт., тобто складала 39,5 шт. Використання Реаком-плюс-кукурудза на даному фоні проявилось в отриманні приросту на рівні 2,2 зерен на ряд, за включення підживлення мікродобривом у 15 фазі у варіанті 3 – 3,0 зерен. Кількість зерен у ряді відповідно становила 40,1 та 40,9 шт.

Підвищення норми добрив до $N_{150}P_{100}K_{140}$ та застосування Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза супроводжувалося найбільшим приростом кількості зерен в ряді, який був на рівні 3,8 шт./ряд за показника 41,7 шт.

Кількість зерен в ряді качана залежить від його довжини, що доводить отримана залежність між цими показниками наведена на рисунку 3.6

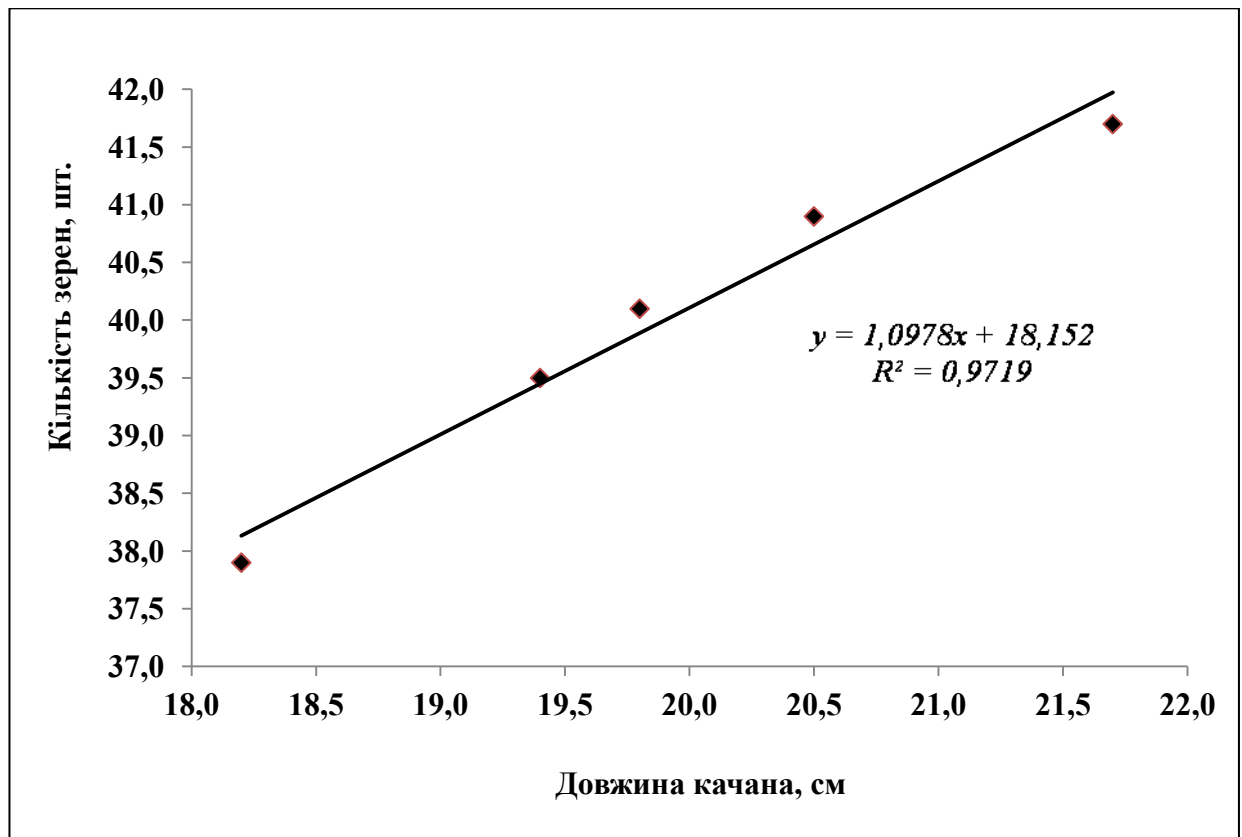


Рисунок 3.6 – Залежність між кількістю зерен в ряді качана та його довжиною на фоні мінерального удобрення, середнє за 2022-2023 рр.

Встановлено тїсний кореляційний зв'язок, що пїдтверджує коефїцієнт детермінації ($R^2 = 0,97$). Залежність між ознаками описується рївнянням регресїї:

$$y = 1,0978x + 18,152, \quad (3.1)$$

де y – кїлькїсть зерен у рядї качана, шт.;

x – довжина качана, см.

Отже, застосування норм макроудобрив у поєднаннї з обробкою насїння та позакореневим внесенням мїкроудобрив сприяє полїпшенню показникїв елементїв структури урожаю кукурудзи.

3.4. Урожайність кукурудзи під впливом застосування макро- та мікродобрив

Технологія вирощування кукурудзи передбачає застосування комплексу заходів, спрямованих на підвищення її продуктивності. Система удобрення є важливим аспектом підвищення рівня урожайності. Збалансоване мінеральне удобрення на критичних етапах розвитку підвищує інтенсивність протікання фотосинтезу та позитивно впливає на формування посівів. Провідне значення має норма внесення макродобрив, співвідношення між елементами живлення та забезпеченість культури мікроелементами.

У наших дослідженнях мінеральне удобрення сприяло підвищенню урожайності кукурудзи у 2022 році (рис.3.7).

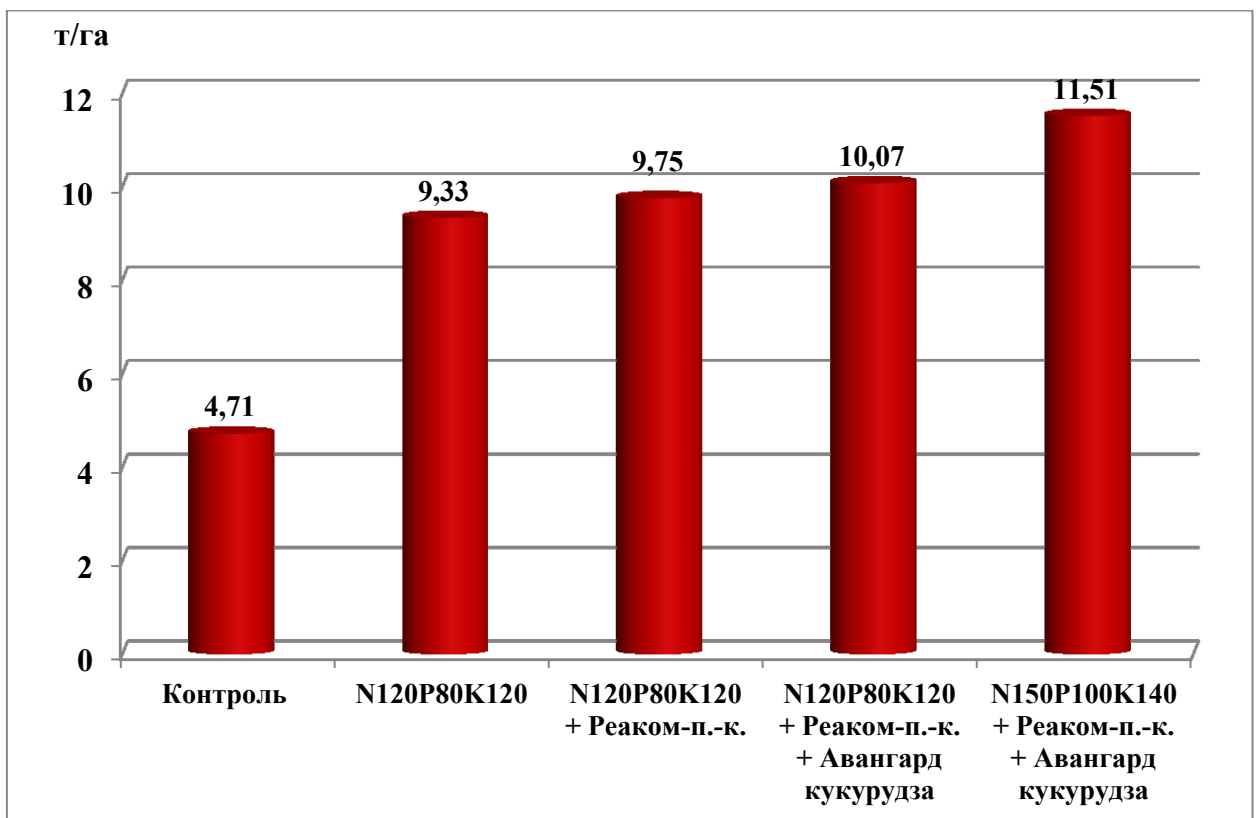


Рисунок 3.7 – Вплив різних рівнів удобрення на урожайність кукурудзи у 2022 році

На варіанті без добрив отримано 4,71 ц/га зерна. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{80}K_{120}$ сприяло приросту урожайності на рівні 4,62 т/га.

Внаслідок обробки насіння міродобривом Реаком-плюс-кукурудза та застосування даної норми добрив рівень урожайності склав 9,75 т/га зерна, що вище від контролю на 5,04 т/га. За включення позакореневого обприскування посівів Авангард кукурудза у фазу 15 на зазначеному мінеральному фоні він збільшився на 5,36 т/га і становив 10,07 т/га. Внесення вищої норми мінеральних добрив за діючою речовиною: 150 кг/га азоту, 100 кг фосфору та 140 кг калію у поєднанні з комплексом мікродобрив забезпечило найвищу урожайність, яка сягала 11,51 т/га. Приріст щодо контролю був на рівні 6,8 т/га.

Урожайність кукурудзи в 2023 році характеризувалася вищими показниками порівняно з першим роком досліджень, проте зберігалася тенденція до зростання за варіантами дослідів (рис. 3.8).

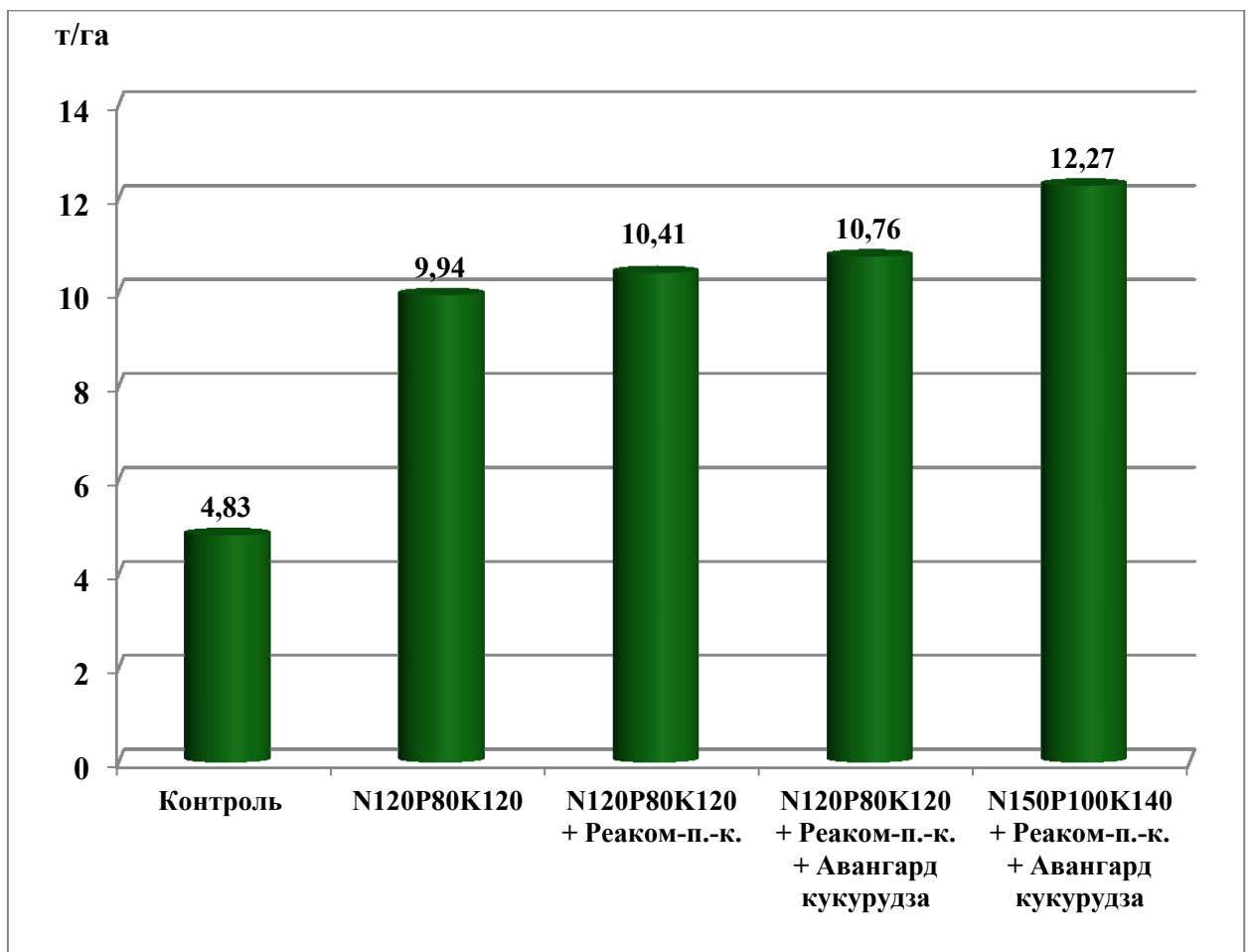


Рисунок 3.8 – Зміна урожайності кукурудзи під впливом макро- та мікродобрив у 2023 році

Удобрення застосоване у другому варіанті сприяло приросту урожайності відносно фону без добрив на 5,11 т/га за показника 9,94 т. Застосування мікродобрив шляхом нанесення на насіння та у підживленні у третьому та четвертому варіантах підвищувало рівень урожаю на 5,58 і 5,93 т/га. Отримано відповідно 10,41 та 10,76 т/га зерна. Внесення мікродобрив на фоні максимальної норми добрив у досліді у п'ятому варіанті здійснювало найбільший вплив на урожайність, яка складала 12,27 т/га за приросту 7,44 т/га.

Виведені середні дані урожайності дають можливість надати повний аналіз отриманих результатів (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Формування урожайності кукурудзою залежно від фону мінерального удобрення, середнє за 2022-2023 рр., т/га

Рівень мінерального удобрення	Урожайність	Приріст до контролю
1. Контроль (без добрив)	4,77	-
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	9,64	4,87
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	10,08	5,31
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	10,42	5,65
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	11,89	7,12

В середньому за два роки найнижчий показник отримано на контролі, де він становив 4,77 т/га. Внесення мінеральних добрив та застосування мікродобрив у третьому та четвертому варіантах супроводжувалося підвищенням рівня урожаю до 10,08 та 10,42 т/га. Зростання відносно неудобреного варіанту складало відповідно 5,31 та 5,65 т/га. Удобрення у нормі N₁₅₀P₁₀₀K₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза забезпечувало найвищий показник урожайності культури – 11,89 т/га,

приріст складав 7,12 т/га зерна. Проведеним статистичним аналізом встановлено достовірність різниці між варіантами (дод. Г; Д).

Встановлено залежність урожайності від площі листкової поверхні кукурудзи за різних рівнів мінерального удобрення (рис. 3.9).

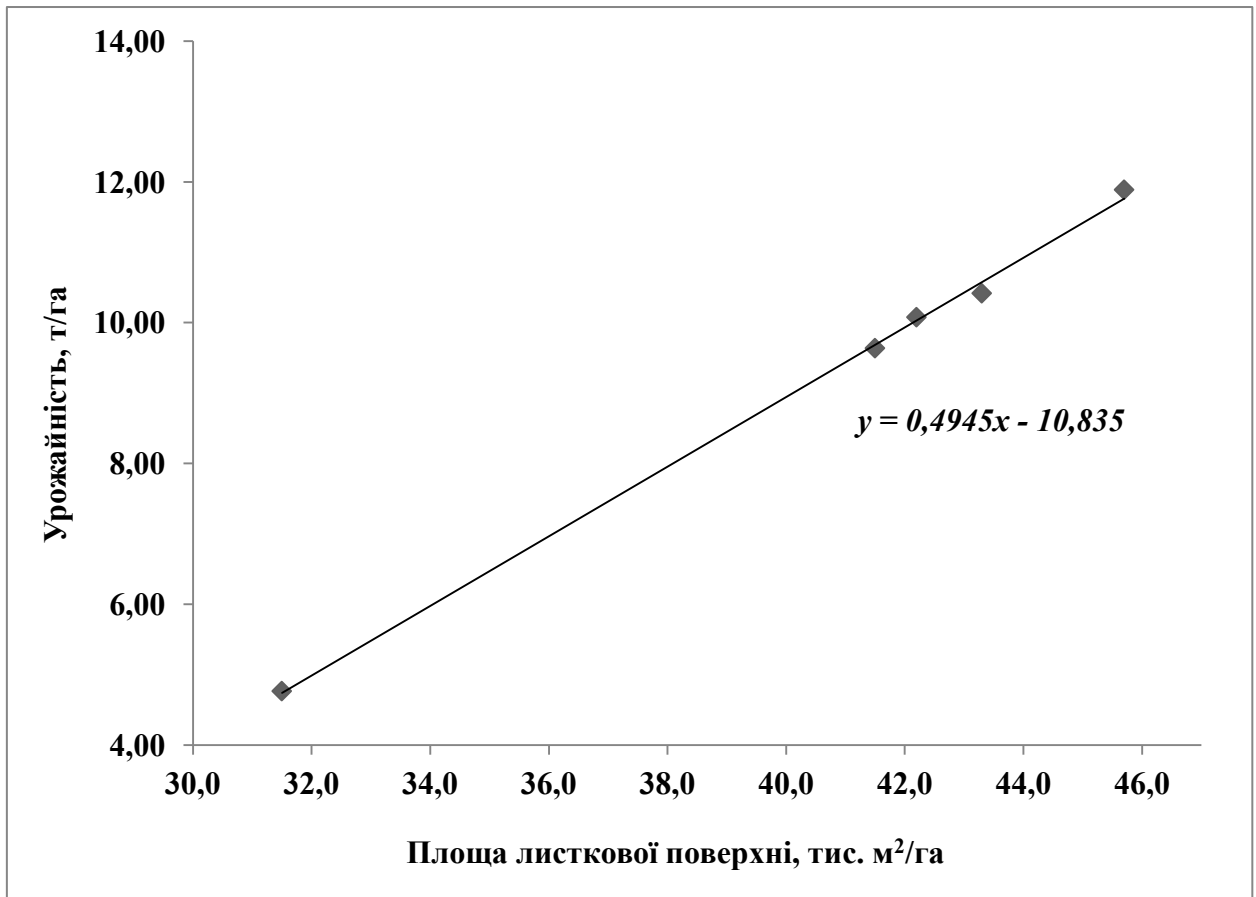


Рисунок 3.9 – Залежність урожайності кукурудзи від площі асиміляційної поверхні в фазу ВВСН 83 під впливом удобрення, середнє за 2022-2023 рр.

Між ознаками встановлено тїсний кореляційний зв'язок, $R^2 = 0,99$. Отримана залежність описується рівнянням регресії:

$$y = 0,4945x - 10,835, \quad (3.2)$$

де y – урожайність кукурудзи, т/га, x – площа листкової поверхні, тис. м²/га.

Формування структурних елементів урожаю впливає на кінцевий показник урожайності. Встановлено залежність між показником урожайності кукурудзи та довжиною качана (рис. 3.10).

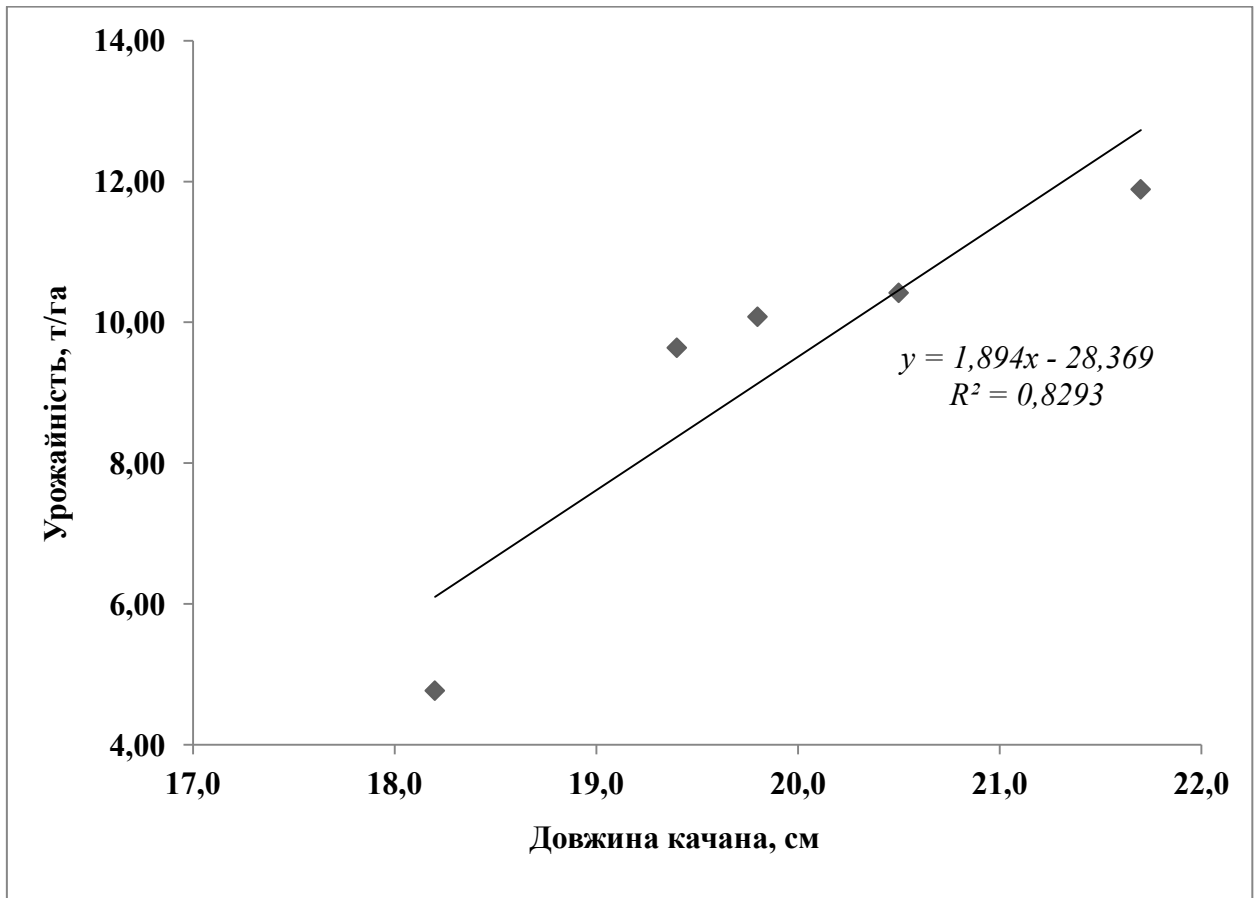


Рисунок 3.10 – Залежність урожайності кукурудзи від довжини качана на мінеральному фоні, середнє за 2022-2023 рр.

Рівняння регресії, яке відображає залежність між ознаками має вигляд :

$$y = 1,894x - 28,369, \quad (3.3)$$

де y – урожайність кукурудзи, т/га, x – довжина качана, см.

Підсумовуючи отримані результати урожайності кукурудзи можна зробити висновок, що застосування мікродобрив на фоні основного внесення норм мінеральних добрив забезпечує її підвищення.

3.5. Вплив мінерального удобрення на якісні показники зерна кукурудзи

Кукурудза є цінною сільськогосподарською культурою. Зерно кукурудзи використовується за різним призначенням – на продовольчі, кормові та технічні цілі, що зумовлено певними якісними показниками. Напрямок використання зерна визначається його хімічним складом, що впливає на реалізаційну ціну. Регулювання та підвищення якості зерна вимагає ретельного вивчення та аналізу протікання процесів у рослинах під дією зовнішніх чинників та технологічних прийомів вирощування на усіх етапах росту та розвитку [16].

Наші дослідження полягали у визначенні ефективності макро- та мікроелементного удобрення щодо впливу на масу 1000 зерен, від якої безпосередньо залежить виповненість зерна та його хімічний склад (рис. 3.11).

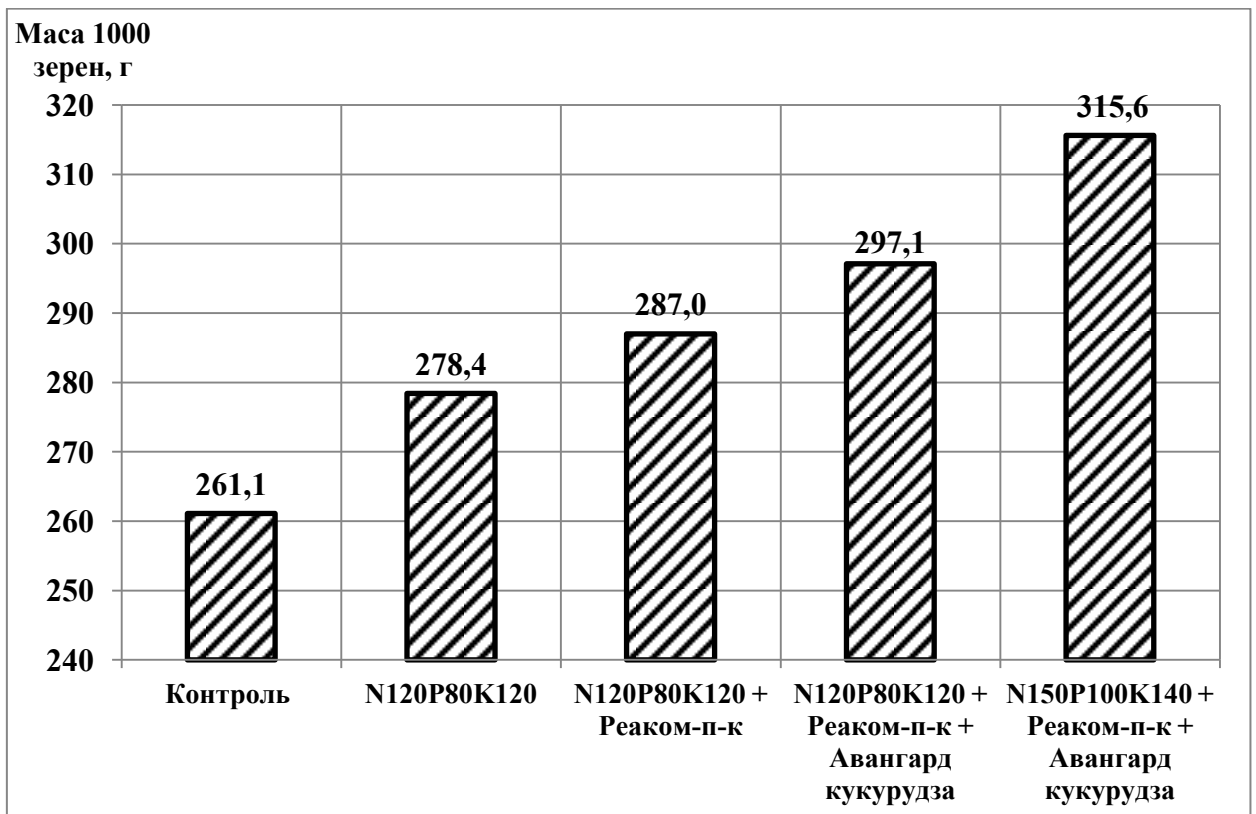


Рисунок 3.11 – Вплив норм мінеральних добрив та застосування мікродобрив на їхньому фоні на масу 1000 зерен кукурудзи у 2022 році

Маса тисячі зерен у 2022 році на контрольному варіанті становила 261,1 г та була найнижчою. Внесення добрив сприяло її зростанню, зокрема до 278,4 г за внесення $N_{120}P_{80}K_{120}$, що перевищило неудобрений фон на 17,3 г. У варіанті застосування $N_{120}P_{80}K_{120}$ + Реаком-плюс-кукурудза вона зросла на 25,9 г, при включенні позакореневого підживлення мікродобривом Авангард кукурудза до цього фону – на 36 г. Отримано масу 1000 зерен на рівні відповідно 787,0 та 297,1 г.

Збільшення норми мінеральних добрив до $N_{150}P_{100}K_{140}$ та застосування на її фоні мікродобрив шляхом нанесення на насіння та підживлення обумовило отримання найвищої маси зерен, яка складала 315,6 г. Збільшення відносно контрольного варіанту складало 54,5 г.

Визначення маси 1000 зерен проведені у 2023 році показали тенденцію щодо її підвищення залежно від мінерального фону (рис. 3.12).

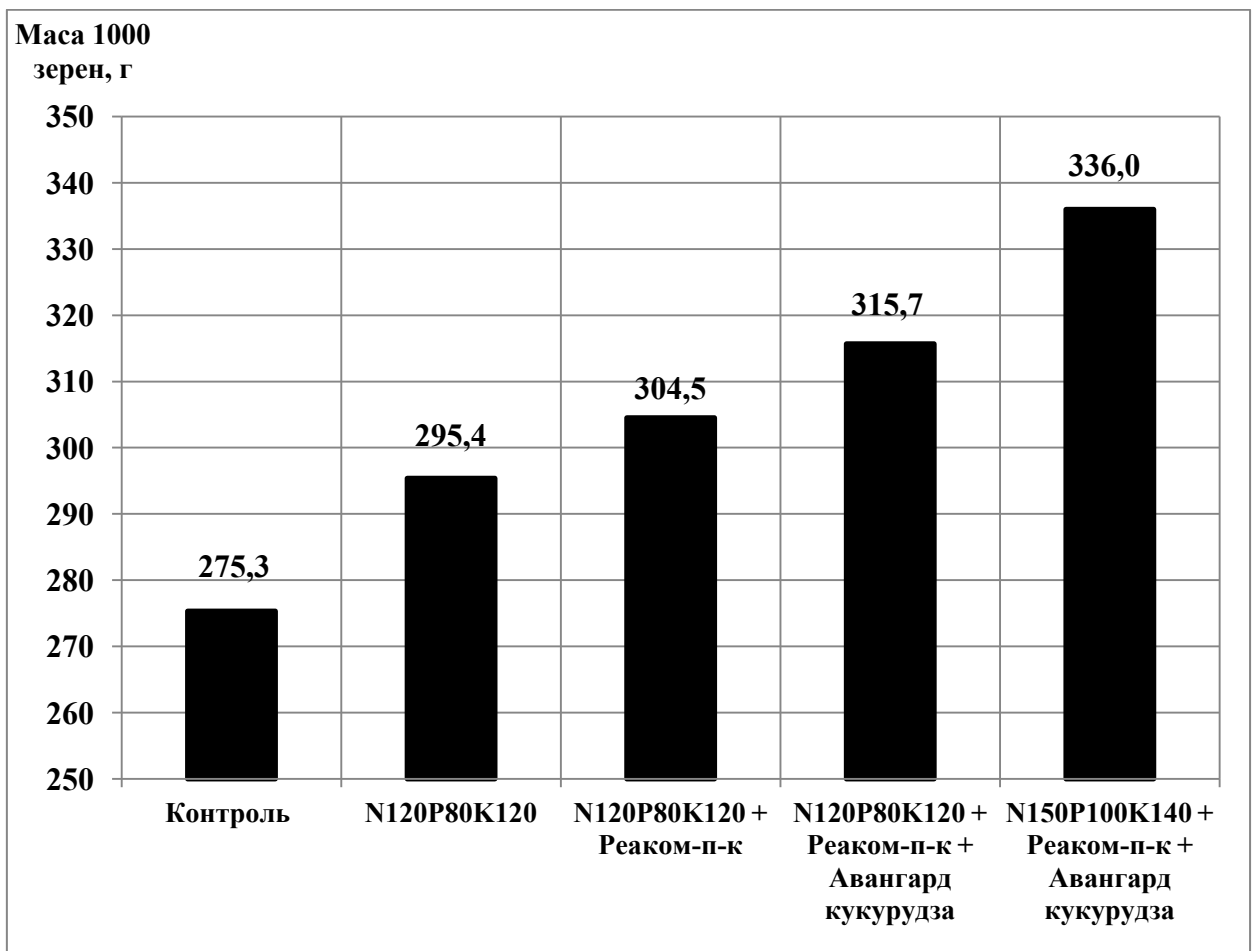


Рисунок 3.12 – Зміна маси 1000 зерен під впливом удобрення кукурудзи у 2023 році

Внаслідок вирощування культури без внесення добрив маса 1000 зерен була на рівні 275,3 г. Внесення мінеральних добрив на другому варіанті сприяло її підвищенню на 20,1 г, посів обробленим насінням мікродобривом Реаком-плюс- кукурудза на третьому варіанті – на 29,2 г. Показники відповідно склали 295,4 та 304,5 г.

Істотне підвищення маси зерен спостерігалось на четвертому варіанті, де вона складала 315,7 г, тобто зросла на 40,4 г. На варіанті 5, який передбачав внесення мікродобрив на фоні посиленого макроелементного удобрення маса 1000 зерен відзначалася як найвища і становила 336 г за приросту 60,7 г.

Згідно з середніми дворічними даними, які представлено у таблиці 3.8, варіант без добрив забезпечив отримання показника на рівні 268,2 г, що відзначався як найнижчий. На мінеральному фоні з внесенням 120 кг азоту, 80 кг фосфору та 120 кг калію маса однієї тисячі зерен складала 286,9 г, тобто зросла на 18,7 г.

Таблиця 3.8 – Залежність маси 1000 зерен кукурудзи від рівня макроелементного та мікроелементного удобрення, середні дані за 2022-2023 рр., г

Рівень мінерального удобрення	Маса 1000 зерен	+/- до неудобреного варіанту
1. Контроль (без добрив)	268,2	-
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	286,9	18,7
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс- кукурудза	295,8	27,6
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс- кукурудза + Авангард кукурудза	306,4	38,2
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс- кукурудза + Авангард кукурудза	325,8	57,6

На даному фоні за обробки насіння мікродобривом отримано 295,8 г, за включення підживлення мікроелементами (варіант 4) – 306,4 г. Збільшення маси від варіанту без добрив склало відповідно 27,6 та 38,2 г. Використання мікродобрив на фоні мінеральних добрив у нормі $N_{150}P_{100}K_{140}$ збільшувало приріст маси зерен до 57,6 г за показника 328,5 г, який був найвищим.

Одними з основних показників якості зерна кукурудзи є вміст білка та жиру, які варіювали за варіантами дослідів у період проведення досліджень (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Вміст білка та жиру в зерні кукурудзи залежно від внесення мінеральних добрив та мікродобрив, середнє за 2022-2023 рр.

Варіант дослідів	Вміст білка		Вміст жиру	
	%	+/- до контролю	%	+/- до контролю
1. Контроль (без добрив)	8,32	-	3,76	-
2. $N_{120}P_{80}K_{120}$	9,14	0,82	3,97	0,21
3. $N_{120}P_{80}K_{120}$ + Реаком-плюс-кукурудза	9,21	0,89	3,99	0,23
4. $N_{120}P_{80}K_{120}$ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	9,35	1,03	4,10	0,34
5. $N_{150}P_{100}K_{140}$ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	10,21	1,89	4,31	0,55

У середньому за два роки вміст білка на контролі – без добрив становив 8,32 %. Внесення добрив у другому варіанті його підвищило на 0,82 %. На варіанті 3, де використовували передпосівну обробку насіння Реаком-плюс-кукурудза він зріс від фону мінеральних добрив всього на 0,07 %, перевищення контролю складало 0,89 % та був на рівні 9,21 %.

Більш ефективним було застосування Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза на фоні $N_{120}P_{80}K_{120}$, де вміст білка був на рівні 9,35 % і

перевищив контроль на 1,03 %. Внесення мікродобрих на фоні $N_{150}P_{100}K_{140}$ забезпечило найбільший показник вмісту в межах 10,21 %, тобто він підвищився на 1,89 %. Істотне підвищення вмісту білка на зазначеному варіант обумовлено, на нашу думку, вищою нормою внесення азоту в складі повного мінерального удобрення.

Вміст жиру в зерні кукурудзи збільшувався під впливом удобрення. Варіант без добрив забезпечив найнижчий його вміст на рівні 3,76 %, мінеральна система удобрення застосована у другому варіанті збільшувала показник до 3,97 %, у третьому варіанті – до 3,99 %. Тобто прирости склали відповідно 0,21 та 0,23 %. На фоні удобрення четвертого варіанту вміст жиру становив 4,10 %, тобто підвищився на 0,34 %, на фоні п'ятого варіанту відзначено найвище його значення – 4,31 %, що вище від контролю на 0,55 %.

У наших дослідженнях підвищення норми мінеральних добрив та внесення мікродобрих на їх фоні призводило до зниження вмісту крохмалю в зерні кукурудзи (рис. 3.13).

Найвищий вміст крохмалю спостерігався без застосування добрив, де складав 72,21 %. Внесення 120 кг азоту, 80 кг фосфору та 120 кг калію за діючою речовиною на гектар обумовило його зниження на 0,43 %, вміст крохмалю становив 71,78 %. Застосування на цьому фоні мікродобрих Реаком-плюс-кукурудза знижувало показник на 0,46 % за показника 71,75 %. Найнижчі значення спостерігалися на фонах живлення четвертого та п'ятого варіантів, де крохмальність зерна була на рівні 71,63 та 71,28 %. Зниження показників відносно контролю складало відповідно 0,58 та 0,93 %.

Подібні результати отримано у дослідженнях Мазура В. А. та Шевченка Н. В. [23], у яких передпосівна обробка насіння поліміксобактерином середньораннього гібриду кукурудзи Арія та підживлення посівів мікродобрихом Мікро-Мінераліс та біостимулятором Стимпо знижувало вміст крохмалю порівняно з варіантом без їх внесення на 1,30 %.

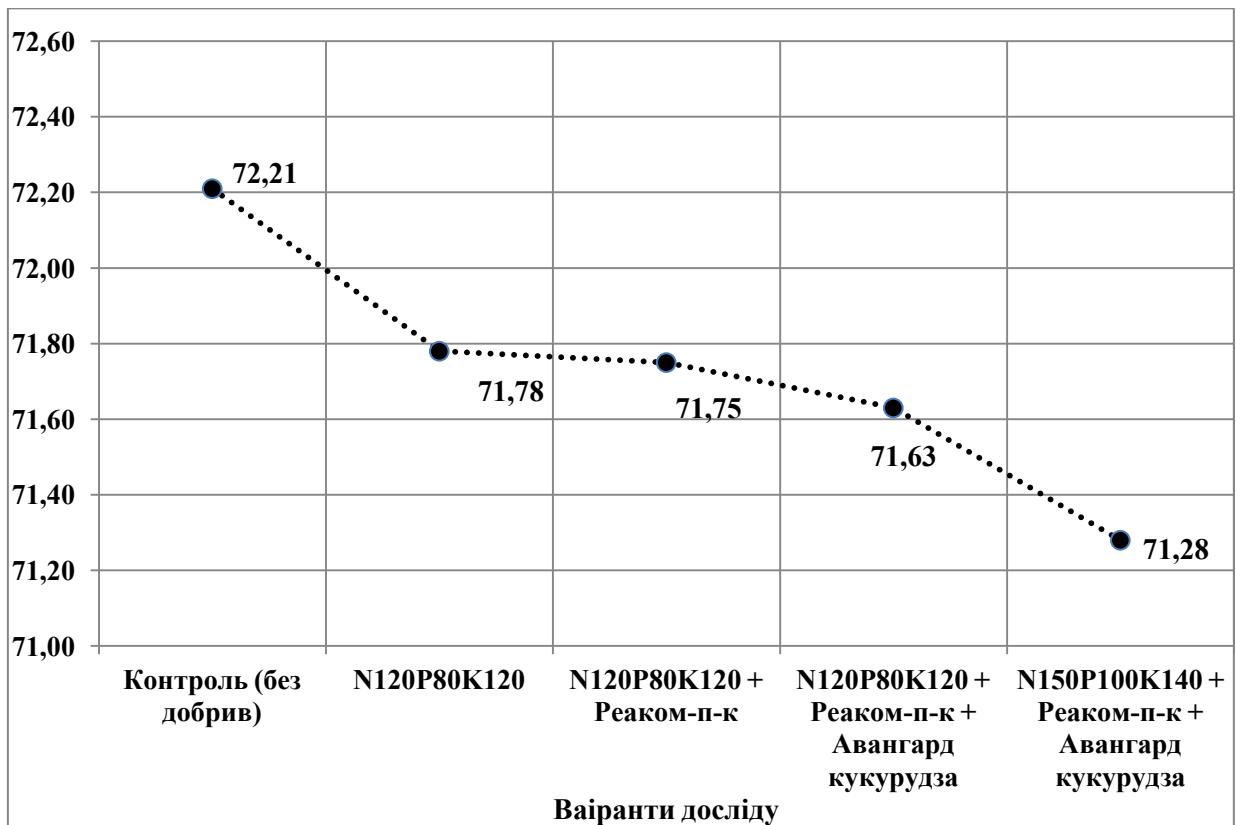


Рисунок 3.13 – Вплив фонів мінерального удобрення на вміст крохмалю в зерні кукурудзи, середнє за 2022-2023 рр.

Таким чином, рівень мінерального удобрення є вагомим чинником впливу на показники якості зерна кукурудзи в ґрунтово-кліматичних умовах зони Полісся.

3.6. Економічна та біоенергетична оцінка технології вирощування кукурудзи за різного рівня удобрення

Зростання обсягів виробництва зерна можливе шляхом впровадження високоефективних та економічно-доцільних технологій, що забезпечать підвищення урожайності зернових культур. Разом з тим, важливим є отримання високоякісного зерна, яке буде конкурентно-спроможним на ринку. У наших дослідженнях застосування норм мінеральних добрив та внесення мікродобрив було ефективним з економічної точки зору (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Економічна оцінка вирощування кукурудзи за внесення норм мінеральних добрив та застосування на їх фоні мікродобрив, середнє за 2022-2023 рр.

Варіант	Вартість продукції, грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./ц	Рр, %
1. Контроль (без добрив)	36491	25235	11256	529	44,6
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	73746	45316	28430	470	62,7
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	77112	45982	31130	456	67,7
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	79713	46385	33328	445	71,9
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	90959	51596	39363	434	76,3

Згідно з проведеними розрахунками вартість продукції на варіанті без добрив була найнижчою і становила 36491 грн./га. На мінеральному фоні N₁₂₀P₈₀K₁₂₀ вона зросла до 73746 грн. Обробка насіння кукурудзи мікродобривом Реаком-плюс-кукурудза за даної норми добрив сприяло отриманню вартості на рівні 77112 грн./га., яка перевищила показник на контролі на 40621 грн. На четвертому варіанті за обробки насіння та позакореневого внесення мікродобрива Авангард кукурудза вартісний показник зерна складав 79713 грн. Найвищою вартістю зерна з 1 га відзначався варіант з внесенням N₁₅₀P₁₀₀K₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза, де вона складала 90959 грн.

Виробничі затрати на контролі були найнижчими і становили 25235 грн./га. На удобрюваних варіантах вони збільшувалися, що

пояснюється вартістю добрив та послуг на їх внесення. Виробничі витрати на другому-четвертому варіантах характеризувалися близькими показниками, оскільки основна частина витрат пов'язана з закупівлею та внесенням макродобрив, на мікродобрива в структурі затрат припадає незначна частка. Вони були в межах 45316-46385 грн./га. Найбільш затратним був варіант 5 з внесенням найвищої норми мінеральних добрив, сума затрат складала 51596 грн./га.

Чистий прибуток також залежав від варіанту удобрення. Без внесення добрив він становив 11256 грн. і був найнижчим. Внесення добрив обумовлювало його зростання від 28430 грн. на варіанті 2 до 39363 грн./га на варіанті 5, де був найвищим.

Собівартість зерна кукурудзи знижувалася за внесення добрив. На неудобреному фоні вона складала 529 грн./ц, на удобрених варіантах була в межах від 470 до 445-434 грн./ц. Найвищу собівартість забезпечив фон удобрення п'ятого варіанту.

Рівень рентабельності без удобрення був на найнижчому рівні 44,6 %. При внесенні 120 кг азоту, 80 кг фосфору та 120 кг/га калію він підвищився до 62,7 %, при застосуванні Реаком-плюс-кукурудза на даному фоні – до 67,7 %. Сумісне застосування Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза на зазначеному мінеральному фоні сприяло отриманню показника на рівні 71,9 %. Найвищу рентабельність отримано за внесення 150 кг/га азоту, 100 кг фосфору та 140 кг/га калію у поєднанні з мікродобривами, рівень рентабельності складав 76,3 %.

На сучасному етапі аграрне виробництво, затрати енергії на виробництво одиниці продукції з року в рік зростають. Відомо, що за інтенсивної технології для отримання у два рази вищого рівня урожаю вирощуваних культур затрати енергії збільшуються у 5-10 разів. Важливим завданням є розроблення технологій, які забезпечать максимальну продуктивність та енергозбереження [42].

Результатами енергетичного аналізу встановлено доцільність застосування норм мінеральних добрив та мікродобрив (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 – Енергетична оцінка вирощування кукурудзи залежно від рівня мінерального удобрення, середнє за 2022-2023 рр.

Варіант	Показники, МДж/га			К _{ее}
	Надійшло енергії з урожаєм	Витрати сукупної енергії	Прихід енергії	
1. Контроль (без добрив)	72199	38427	33772	1,88
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	145911	50847	95065	2,87
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	152571	51263	101308	2,98
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	157717	51672	106045	3,05
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	179967	54694	125273	3,29

Примітка : К_{ее} – коефіцієнт енергетичної ефективності

Надходження енергії з урожаєм кукурудзи мало тенденцію до підвищення за варіантами дослідів і змінювалося від 72199 МДж/га на контролі до 157717-179967 МДж/га на четвертому-п'ятому варіантах, де були найвищими. Витрати енергії зростали за внесення добрив і склали 50847-54694 МДж/га, приріст енергії склав 95065-125273 МДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності відзначався найнижчим значенням на контролі – 1,88. На фонах удобрення 2, 3 та 4 варіантів він відповідно зростав до 2,87, 2,98 та 3,05. Застосування N₁₅₀P₁₀₀K₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза було найбільш доцільним, отримано найвищий К_{ее} – на рівні 3,29.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Стан ґрунтів та ефективне використання земельних ресурсів в

.....

Ефективність використання земельних угідь визначається економічними показниками. Доцільність використання земель сільськогосподарського призначення тісно пов'язана з показниками родючості ґрунтів та розміром матеріально-фінансових вкладів у виробництво.

Родючість ґрунту обумовлена географічним положенням, залежить від кліматичних чинників та залежить від характеру використання земель, культури землеробства, використання сільськогосподарської техніки та добрив, організації праці. Підвищення ефективності використання земельних угідь є основною задачею у сільському господарстві у вигляді збільшення об'єму виробленої продукції з земельної одиниці в умовах економічної доцільності [27; 36].

Деградацію ґрунтів можна охарактеризувати як сукупність природних і антропогенних процесів, які негативно впливають на агроекологічні та біосферні функції ґрунтів, погіршують їх властивості й режими та знижують продуктивність агроecosystem. Крім того, деградація ґрунтів негативно впливає на клімат внаслідок збільшення емісії парникових газів, а також втрати корисного ґрунтового біорізноманіття [41].

У господарстві поширені землі, на які суттєво вплинули деградаційні процеси. Одним із головних чинників, що мають вплив на продуктивність земельних ресурсів та спричиняють поширення процесів деградації є водна та вітрова ерозія.

Вітрова та водна ерозії ґрунтів – це процеси, прояв яких залежить від кліматичних параметрів не лише безпосередньо через зміну інтенсивності

впливу води або вітру на поверхню ґрунту, а й опосередковано через зміну захисних властивостей рослинного покриву зі зростанням посушливості.

Заходом боротьби з ерозією має поліпшення структури ґрунту шляхом внесення органічних добрив, мульчування ґрунтів. Матеріалом для мульчі може бути стерня, післяжнивні та післязбиральні рештки, стружка, тирса. Агротехнічні заходи є досить дієвими та ефективними, якщо вони поєднуються із агролісомеліоративними та гідротехнічними. Доцільно впроваджувати контурно-меліоративну організацію території, упорядковувати структуру посівних площ.

Застосування мінеральних добрив у господарстві здійснюється на основі агрохімічного аналізу ґрунту, хімічні засоби захисту рослин вносять з дотриманням регламентів їх застосування, що знижує можливість забруднення ґрунтів небезпечними сполуками.

4.2. Водні ресурси та їх охорона

Гідросфера є динамічною системою, в якій вода перебуває у постійному русі внаслідок кругообігу води у природі. Під забрудненням водоймищ розуміють зниження їх біосферних функцій і екологічного значення внаслідок надходження шкідливих речовин. Воно виявляється в зміні фізичних і органолептичних властивостей. До них відносять зниження прозорості, появу забарвлення, запаху, присмаку, збільшенні вмісту солей, зокрема сульфатів, хлоридів, нітратів, важких елементів, появи хвороботворних мікроорганізмів, скороченні концентрації розчиненого у воді кисню. Внаслідок мінералізації води кількість солей у водах постійно зростає [44].

Водні об'єкти є складними екологічними системами, які формувалися протягом тривалого часу. У процесі біотичного кругообігу і господарської діяльності людини в них постійно надходять органічні й неорганічні речовини природного й антропогенного походження.

Актуальність проблеми охорони водних ресурсів в сільському господарстві посилюється в сучасних умовах у зв'язку з процесами забруднення, що спостерігаються в аграрному виробництві. Ці забруднення ведуть до погіршення якості вод. Екологічні проблеми сьогодні є одними з найбільш важливих і глобальних [36].

Забруднення навколишнього природного середовища зумовлюється не лише підвищеними нормами внесених добрив, а й низькою культурою їх застосування, використанням недосконалих технологій. Внаслідок істотного потрапляння добрив у водні джерела відбувається посилений розвиток водоростей та утворення планктону. Це негативне явище евтрофікації природних водоймищ.

Ведення аграрного виробництва у господарстві спрямоване на вирощування високих урожаїв сільськогосподарських культур з мінімальним хімічним навантаженням на агроєкосистему. Впроваджуються заходи обґрунтованого застосування органічних та мінеральних добрив, що обмежує потрапляння надлишкових їх кількостей у водні об'єкти. До цих заходів належить виведення прирічкових терас з стану ріллі, залуження берегів річок, насадження лісових смуг. Перед використанням осаду стічних вод в якості добрива проводиться аналіз щодо вмісту важких металів. Мінеральні добрива вносять у збалансованих співвідношеннях та рекомендованих нормах.

4.3. Охорона атмосферного повітря

Заходи, які передбачають охорону атмосферного повітря у процесі здійснення сільськогосподарської діяльності повинні мати за мету регулювання господарського впливу на атмосферне повітря, забезпечення екологічної безпеки у сфері сільського господарства, а також підтримувати екологічну рівновагу [27].

Перед сільськогосподарськими товаровиробниками стоїть завдання щодо дотримання правил та вимог щодо транспортування, зберігання і застосування пестицидів та агрохімікатів з метою недопущення забруднення атмосферного повітря. При цьому варто зауважити, науковці зазначають, що хімізація сільського господарства є чи не найбільшою його проблемою.

У процесі здійснення сільськогосподарської діяльності заходи охорони атмосферного повітря повинні включати дотримання атмосфероохоронних вимог під час застосування пестицидів і агрохімікатів, створення і впровадження малошумної сільськогосподарської техніки, регулювання рівнів впливу фізичних та біологічних факторів на стан повітря [30].

Використання всіх джерел азоту в господарстві повинно бути ретельно сплановано, а кількість використовуваного азоту не повинно перевищувати потреби рослин.

У господарстві з азотних добрив вносять аміачну воду, карбамід, амонійні форми добрив. В зв'язку з цим важливим є впровадження заходів спрямованих на мінімізацію потрапляння летких сполук азоту в атмосферу. Застосування заходів з скорочення викидів NH_3 після внесення гною і добрив буде також безпосередньо сприяти ефективному управлінню за рахунок збереження азоту для засвоєння рослинами.

Найбільші викиди аміаку найчастіше відбуваються при застосуванні карбаміду на легких піщаних ґрунтах, що пов'язано з низьким вмістом глини і обмеженою можливістю абсорбції нітрату амонію. Рекомендовано його вносити з загортанням у ґрунт на невелику глибину. Позакореневе підживлення сечовиною може збільшити концентрацію азоту в зерні зернових культур, однак може викликати збільшення і викидів аміаку.

Для зменшення викидів аміачного азоту за внесення мінеральних добрив необхідно застосовувати інгібітори уреаз, які можуть використовуватися для уповільнення розпаду сечовини до моменту її глибокої інфільтрації в ґрунт і для запобігання різкого збільшення рН, особливо на смугах внесення добрив, що забезпечує скорочення викидів на

40 % для рідкої суміші сечовини та нітрату амонію і на 70 % для твердої сечовини [45].

У господарстві дотримуються технологій застосування азотних добрив для забезпечення максимальної ефективності їх використання.

4.4. Стан охорони і примноження флори і фауни

Агроекологічні проблеми агрохімії, як частина загальної проблеми збереження біосфери почали з'являтися у світі порівняно недавно, коли різко підвищилися темпи виробництва і використання мінеральних добрив у сільському господарстві. Хімізація землеробства спрямована на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Проте, важливо враховувати можливі негативні наслідки її впливу [30].

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

Важливий екологічний аспект застосування мінеральних добрив і хімічних меліорантів полягає в тому, що їх оптимальне поєднання з урахуванням властивостей і родючості ґрунтів запобігає надходженню у рослини не лише токсичних сполук, а й радіонуклідів.

В системі охорони флори і фауни у господарстві розробляють систему заходів раціонального господарювання, які включають правильне та безпечне для довкілля застосування пестицидів та мінеральних добрив.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

5.1. Стан охорони праці та цивільної оборони в

.....

При аналізі умов праці на підприємстві необхідно розглядати організацію виробництва і робочих місць, виробниче й допоміжне обладнання, стан виробничого середовища. Під терміном охорона праці розуміють сукупність дій на захист фізичних та розумових здібностей людини під час виконання нею професійних обов'язків у виробничих умовах. Це система заходів та засобів соціальних та правових норм, дія яких спрямована на захист прав та інтересів працівників.

Умови праці – це сукупність факторів виробничої обстановки, що впливають на працездатність і здоров'я людини в процесі праці. Охорона праці розглядає лише виробничі умови праці [2].

Законом України “Про охорону праці” визначено чітку систему органів державного управління і нагляду за охороною праці, що забезпечує виконання державою належної ролі у вирішенні завдань охорони праці як у державному секторі економіки, так і у приватному за умов створення великої кількості суб'єктів підприємницької діяльності з різними формами власності внаслідок процесів приватизації [18].

Відповідно до мети служба охорони праці шляхом координації діяльності підрозділів і спеціалістів вирішує завдання: забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель, споруд; забезпечення працюючих засобами індивідуального та колективного захисту; професійної підготовки та підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці; пропаганди безпечних методів праці; вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працюючих; професійного

добору виконавців для певних видів робіт; забезпечення підприємства і працюючих нормативними актами з питань охорони праці [25].

Служба охорони праці входить до структури господарства, як одна з основних служб. Відповідальним в цій системі є інженер з охорони праці, який інструктує працівників. Проходження інструктажів працівниками фіксується у журналі з охорони праці.

Функціонування аграрного виробництва в сучасних умовах потребує спрямованих дій у сфері захисту працівників від надзвичайних ситуацій та запобігання їх виникненню, забезпечення техногенної та пожежної безпеки, здійснення заходів, спрямованих на забезпечення сталого функціонування суб'єкта господарювання, виконання вимог законодавства щодо створення, використання, утримання та реконструкції фонду захисних споруд цивільного захисту.

Важливе значення в господарстві має цивільний захист працівників. В кожному структурному підрозділі і на робочому місці, створено умови праці та санітарно-побутові умови відповідно до нормативних вимог, здійснюється контроль безпеки виконання технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування, інших засобів виробництва, будівель і споруд. Забезпечується наявність і справний стан засобів колективного та індивідуального захисту працюючих.

5.2. Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за вирощування кукурудзи в умовах господарства

Сільське господарство характеризується широким використанням пестицидів і мінеральних та органічних добрив, що шкідливо діють на працівників, забруднюють не тільки повітря, де працюють люди, але і біосферу.

Станом на сьогодні вирощуванням зернових культур, зокрема, кукурудзи займаються різні типи сільськогосподарських підприємств усіх

форм власності, у тому числі приватні господарства. Проте найбільшу кількість зерна виробляють у спеціалізованих господарствах. Найчастіше випадки травматизму в рослинництві трапляються на механізованих процесах, недотримання правил техніки безпеки призводить до отруєнь пестицидами. Важливою умовою безпеки працівників є контроль над дотриманням регламентів їх застосування [39].

У господарстві всі роботи з пестицидами і добривами здійснюються під керівництвом головного агронома або спеціалістів по захисту рослин, кваліфікацію якого засвідчено відповідним дипломом. При внесенні мінеральних добрив та засобів захисту рослин дотримуються регламентів їх застосування та гігієнічних норм. До роботи з хімічними речовинами залучені працівники, які мають допуск до роботи з пестицидами, проведення робіт реєструється в спеціальному журналі.

Перед початком робіт керівник робіт проводить інструктаж, ознайомлює працюючих з характеристикою пестициду, особливостями його дії на організм людини і навколишнє середовище, заходами безпеки, правилами виробничої та особистої гігієни. Проводиться інструктаж з охорони праці і пожежної безпеки та правилами долікарської допомоги.

В рослинництві мають місце трудомісткі процеси із застосуванням різних машин і механізмів, що може зумовити травмування працівників. До аварій та нещасних випадків під час експлуатації сільськогосподарської техніки можуть призвести недоліки в конструкції машин та експлуатаційні дефекти.

Особливості умов праці механізаторів відбиваються на стані їх здоров'я. Загальний рівень захворюваності механізаторів, як по матеріалах медичних оглядів, так і при аналізі тимчасової непрацездатності, є високий і в більшості випадків значно вищий, ніж у робітників польових бригад [18]. Тому з метою профілактики доцільним є скорочення робочої зміни працівників-механізаторів, які задіяні у технологічних процесах обробітку ґрунту, сівби, збору урожаю та впровадження короточасних

перерв для покращення функціонування організму. Це також сприятиме підвищенню продуктивності праці.

Для запобігання пожежам застосовують організаційні, експлуатаційні, технічні, пожежо-евакуаційні, тактико-профілактичні, будівельно-конструктивні та інші заходи. Пестициди зберігають на спеціальних складах у цілій, закритій тарі, на якій є етикетки і коротка інструкція з застосування і умови зберігання.

Перед початком збирання врожаю вся збиральна техніка підлягає техогляду. На агрегатах та автомобілях відрегульовують системи живлення, змащення, охолодження, запалювання, а також оснащують справними іскрогасниками, обладнаними первинними засобами пожежогасіння. Механізатори та інші особи, задіяні на роботах із збирання врожаю, повинні проходити протипожежний інструктаж. Основні вимоги до протипожежного стану сільськогосподарської техніки стосуються виключення можливості появи різного роду джерел запалювання.

Вихлопні труби двигунів комбайнів, тракторів і автомобілів повинні мати надійні, щільно закріплені, прочищені стандартні іскрогасники. У період збирання врожаю забороняється спалювання стерні, післяжнивних залишків та розведення багать на полях. З початку дозрівання хлібів і до кінця збирання врожаю організовують цілодобову охорону полів.

5.3. Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру включає систему організаційних, технічних, медико-біологічних, фінансово-економічних та інших заходів щодо запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків, що реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, відповідними силами та засобами підприємств, установ та

організацій незалежно від форм власності і господарювання, добровільними формуваннями і спрямовані на захист населення і територій, а також матеріальних і культурних цінностей та довкілля [2].

Одним із основних завдань цивільного захисту є оперативне оповіщення населення про виникнення або загрозу виникнення надзвичайних ситуацій, своєчасне достовірне інформування про обстановку, яка складається, заходи, що вживаються для запобігання надзвичайним ситуаціям, та усунення їх наслідків.

План реагування на надзвичайні ситуації розробляється для організації і здійснення взаємоузгодженого комплексу організаційних і практичних дій щодо проведення аварійно-рятувальних робіт з ліквідації наслідків НС, забезпечення у разі загрози або виникнення надзвичайної ситуації оперативного реагування органів управління, сил та засобів функціональних і територіальних підсистем [1].

З метою забезпечення ефективності реагування на загрозу виникнення або на надзвичайну ситуацію завчасно визначаються регіональні органи управління, які залучаються для здійснення заходів з ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків. Обсяг і зміст заходів реагування визначаються з урахуванням необхідної достатності та максимальним використання наявних сил і засобів.

Основну частину робіт, пов'язаних з реагуванням на загрозу виникнення або на надзвичайну ситуацію, виконують аварійні формування потенційно небезпечного об'єкта, аварійно-рятувальні підрозділи центрального органу виконавчої влади, на об'єкті якого сталася надзвичайна ситуація, відповідні структурні підрозділи місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, на території яких виникла надзвичайна ситуація.

ВИСНОВКИ

Встановлено ефективність макроелементного та мікроелементного удобрення за вирощування кукурудзи на дерново-підзолистому ґрунті Західного Лісостепу, що дозволяє зробити наступні висновки:

1. Мінеральне удобрення підвищує вміст основних елементів живлення у ґрунті в період вегетації кукурудзи. Застосування мікродобрих незначно впливало на зміну показників. Удобрення в нормі $N_{150}P_{100}K_{140}$ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза забезпечує найвищий вміст легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію в шарі ґрунту 0-20 см, який у 51 фазу був на рівні відповідно 142, 130 та 118 мг/кг ґрунту.

2. Застосування макроелементного та мікроелементного удобрення позитивно впливає на формування площі листової поверхні кукурудзою в період вегетації. Найвищий її приріст забезпечує застосування мікродобрих на фоні 150 кг/га азоту, 100 кг/га фосфору та 140 кг/га калію, який залежно від фази вегетації складає 13,1-15,2 тис. м²/га. Зазначений варіант забезпечує найвищий приріст рослин у висоті – на рівні 26,6 см.

3. Найвищі показники довжини качана кукурудзи та кількості зерен у ряді качана отримано на варіанті з внесенням $N_{150}P_{100}K_{140}$ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза, які відповідно складають 21,2 см за приросту до контролю 3,5 см та 41,7 шт. за приросту 3,8 шт.

4. Передпосівна обробка насіння мікродобривом Реаком-плюс-кукурудза, 3,5 л/т у поєднанні з підживленням посівів у фазу за ВВСН 15-16 Авангард кукурудза на фоні $N_{150}P_{100}K_{140}$ забезпечує отримання найвищої урожайності кукурудзи – на рівні 11,89 т/га, що перевищує контроль на 7,12 т/га. На цьому варіанті отримано найкращі показники якості зерна: маси 1000 зерен на рівні 325,8 г, вмісту білка – 10,21 %, жиру – 4,31 %.

5. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{150}P_{100}K_{140}$ у поєднанні з мікродобривами Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза забезпечує

отримання найвищого чистого прибутку в межах 39363 грн./га за рівні рентабельності 76,3 %. Даний фон удобрення є найбільш енергетично-доцільним, отриманий найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, який складає 3,29.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання урожайності зерна кукурудзи на рівні 11,9 т/га зерна на дерново-підзолистому ґрунті Західного Лісостепу рекомендується вносити мінеральні добрива у нормі $N_{150}P_{100}K_{140}$ у поєднанні з передпосівною обробкою насіння мікродобривом Реаком-плюс-кукурудза, 3,5 л/т та позакореневим підживленням у фазу за ВВСН 15-16 Авангард кукурудза в нормі 2 л/га. Зазначений варіант удобрення забезпечує отримання чистого прибутку на рівні 39363 грн./га.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Васійчук В. О., Гончарук В. Є., Качан С. І., Мохняк С. М. Основи цивільного захисту: навч. посіб. Львів : 2010. 384 с.
2. Войналович О. В. Актуальні завдання державного нагляду та контролю з охорони праці в сільському господарстві. Проблеми охорони праці в Україні. Збірник наукових праць. К.: ННДІПБОП. 2011. № 21. 168 с.
3. 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.
4. Гень С. П. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2011. № 1. С. 117–124.
5. Глушко Т. В. Урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від добрив та зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 80. Ч. 2. С. 261–266.
6. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2013. 406 с.
7. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення соєю з ґрунту й добрив. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2020. № 89. С. 63-70.
8. Господаренко Г., Прокопчук І., Бойко В. Урожайність та якість зерна кукурудзи за різного удобрення в польовій сівозміні. *Вісник ЛНАУ : Агрономія*. 2021. № 25. С. 141–145.
9. Грабовський М. Б. Вплив гідротермічних умов вегетації на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Центрального Лісостепу України / М. Б. Грабовський, Т. О. Грабовська, С. В. Ображій // *Агробіологія*. – 2014. – № 1 (109). – С. 57–62.
10. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ, 2021. 533 с.

11. Дудка М. І., Якунін О. П., Пустовий С. І. Агроекономічна ефективність вирощування зерна кукурудзи залежно від фону удобрення та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. Том 4. № 2. 2020. С. 313–318.
12. 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.
13. Захарченко Е. А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2019. Вип. 4. С. 8–14.
14. Каменщук Б. Д. Шляхи підвищення ефективності вирощування кукурудзи на зерно. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 85–92.
15. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Формування якості зерна кукурудзи різних напрямів використання залежно від технології вирощування в Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Випуск 89. С. 74–84.
16. Климчук О. В. Ефективність комплексного використання кукурудзи в біоенергетиці. *Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН : зб. наук. пр.* 2013. Вип.19. С. 150–154.
17. Крестьянінов Є. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення в умовах Лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Том 10. № 1. С. 18–26.
18. 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.
19. 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.

20. Лихочвор В. В., Петриченко, П. В. Івашук, О. В. Корнійчук
Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур.
Львів : Українські технології, 2010. С. 245–259.

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

22. Мазур В. А., Циганська О. І., Шевченко Н. В. Висота рослин
кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське
господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 5–12.

23. Мазур В. А., Шевченко М. В. Вплив технологічних прийомів
вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське
господарство та лісівництво*. 2017. № 6 (1). С. 7–13.

24. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз
інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ :
Урожай, 1988. 208 с.

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

26. Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Вплив допосівної обробки
насіння та позакореневого підживлення на формування показників
індивідуальної продуктивності кукурудзи у Західному Лісостепу України.
Зрошуване землеробство : Збірник наукових праць. Випуск 75. 2021. С. 69–
73.

27. Мулик Т. О. Оцінка впливу сільського господарства на довкілля:
регіональний аспект. *Електронне наукове фахове видання з економічних наук
«Modern Economics»*. 2020. № 19. С. 135-142. <https://modecon.mnau.edu.ua>

28. Охорона прав на сорти рослин: Бюлетень. Український інститут
експертизи сортів рослин. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. Вип. 6. С. 174.

29. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневих підживлень на кількість
качанів у гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 24–32.

30. Пати́ка В. П., Мака́ренко В. М. та ін. Агро́екологі́чна оці́нка мінеральних добрив та пестицидів. К.: Основа, 2005. 300 с.
31. Перелі́к пестицидів і агрохімі́катів до́зволених до ви́користання в Украї́ні. Київ : Юні́вест Медіа, 2022. 1040 с.
32. Петро́ченко В. Ф., То́машук О. В. Особли́вості формування показників якості зерна кукурудзи за різних технологій вирощування в Лі́состепу Прабо́бережному. *Росли́нництво та ґрунтозна́вство (Plant and Soil Science)*. Київ, 2019. Вип. 10. № 2. С. 29–37.
33. По́зняк С. П. Ґрунти Львівської області. Львів : ЛНУ і́мені І́вана Франка, 2019. 422 с.
34. По́зняк С. П. Ґрунтозна́вство і географія ґру́нтів: підру́чник. У двох частинах. Ч.1. Львів: ЛНУ і́мені І́вана Франка, 2010. С. 241-250.
35. Про́дуктивні́сть кукурудзи на зерно в паровій ланці сі́возмін зале́жно від обробі́тку та удо́брення ґру́нту. Лебі́дь Є. М. *Бюлетень Інститу́ту сі́льського господа́рства степово́ї зо́ни НААН Украї́ни*. 2014. № 7. С. 108–111.
36. Рома́ В.В., Степа́ва О.В. Навча́льний посі́бник для вивче́ння дисци́пліни «Мо́ніторинг до́вкілля» для студе́нтів на́прямку підго́товки 6.040106 «Еко́логія, охоро́на навколи́шнього сере́довища та зба́лансоване приро́докористува́ння» осві́тньо-квалі́фікаці́йного рівня «бака́лавр». Полта́ва: ПолтНТУ, 2016. 117 с.
37. Рома́нів П. В. Географо-ге́нетичні особли́вості фі́зичного ста́ну ґру́нтів Пера́дкарпаття : авторе́ферат дисерта́ції на здо́буття науко́вого ступе́ня канди́дата географі́чних наук. Львів, 2007. 24 с.
38. Ру́давська Н. М., Гу́к Р. М. Впли́в удо́брення на формування вро́жаю гі́бридів кукурудзи. *Пера́дгі́рне та гі́рське землеробство і тваринни́цтво*. 2017. Вип. 61. С. 123–134.
39. Са́кун М. М., На́горнюк В. Ф. Охоро́на пра́ці при вирощува́нні сі́льськогоспода́рських культу́р: Навча́льний посі́бник. Оде́са, 2009. 187 с.

40. Скринник Я. Т. Особливості застосування комплексних рідких добрив при вирощуванні кукурудзи в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 39. 103–106.

41. Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л. Формування сталих систем землекористування та охорони ґрунтів: актуальність та проблеми у сучасних умовах. *Український географічний журнал*. 2016. № 3. С. 56–60.

42. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Є, Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Методичні рекомендації. Київ : Нора-прінт, 2001. 60 с.

43. Трубілов О. В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від способів обробітку ґрунту і мінерального живлення . *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 114–117.

44. Фесенко А. М., Солошенко О. В., Гаврилович Н. Ю. та ін. Агроекологія: посібник. Харків:, 2013. 291 с.

45. Фурдичко О. І. Методичні рекомендації зі скорочення викидів аміаку з сільськогосподарських джерел. Київ, 2016. 31 с.

46. Фурманець М. Г., Фурманець І. Ю. Вплив систем удобрення та обробітків ґрунту на врожайність кукурудзи на зерно. *V міжнародна науково-практична онлайн конференція «Інновації в освіті, науці та виробництві» присвячену 100-річчю від дня заснування ВСП «Мукачівський фаховий коледж НУБіП України. 24-26 листопада 2021 року*. м. Київ, 2021. С. 127–128.

47. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. № 1. Том 1. С. 75–79.

48. Циліорик О. І., Десятник Л. М., Березовський С. В. Забур'яненість агроценозів кукурудзи під впливом обробки ґрунту та удобрення в Північному Степу України. *Зернові Культури*. 2020. № 4 (1). С. 152–159.

49. Шевченко Л. А. Чмель О. П. Хоменко С. В. Вплив мікродобрив та рістрегуляторів на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Півночі України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 73-78.

50. Шульц П. Живлення кукурудзи та оптимальний склад добрива. *Агроном*. Липень. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/zhyvlennya-kukurudzy-ta-optymalnuj-sklad-dobryva/>

51. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда : ДСТУ 7863:2015. [Чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. III, 6 с.

52. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT) : ДСТУ ISO 10390:2007. [Чинний від 2009–10–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 13 с.

53. Gonzalez D., Novillo J., Rico M. I., Alvarez J. M. Leaching and efficiency of six organic zinc fertilizers applied to navy bean crop grown in a weakly acidic soil of Spain. *J. Agric. Food Chem.* 2008. May 14. Vol. 56(9). P. 3214–3221.

54. Lasso E., Ackerman J. D. Nutrient limitation restricts growth and reproductive output in a tropical montane cloud forest bromeliad: findings from a long-term forest fertilization experiment. *Oecologia*. 2013. Vol. 171(1). P. 165–74.

55. Lavrynenko Yu.O., Hozh O.A., Vozhegova R.A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. № 1. P. 55–60.

56. Ogola J. B. O., Wheeler T. R., Harris P. M. Effects of nitrogen and irrigation on water use of maize crops. *Field Crops Research*. 2002. № 78. P. 105–117.

57. Schnable P. S., Swanson-Wagner R. A. Heterosis. *Handbook of maize : Its biology*. N.Y : Springer Science+Business Media, 2009. P. 457–467.

58. 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.

59. Wójcik P. Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2004. № 12: S. 201–218.

ДОДАТКИ

Ксерокопія статті у матеріалах Міжнародного студентського наукового форуму „Студентська молодь і науковий прогрес”, 04-06 жовтня 2023 року

Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно

Середньомісячна кількість опадів у 2022-2023 рр., мм (за даними метеостанції)

Рік	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IX	XII
2022	61	25	17	67	20	47	81	60	131	15	11	4,5
2023	45	59	71	59	27	105	116	38	55	57	62	69
Середня багаторічна	41,1	46	43,2	41,4	68,2	83,3	88,6	71,2	59,1	34	49	54
Відхилення від середнього багаторічного значення												
2022	19,9	-21	-26,2	25,6	-48,2	-36,3	-7,6	-11,2	71,9	-19	-38	-49,5
2023	3,9	13	27,8	17,6	-41,1	21,7	27,4	-33,2	-4,1	23	13	15

Результати статистичної обробки даних урожайності
кукурудзи за 2022 рік

Вихідні дані урожайності, т/га

Варіант	Повторення		
	I	II	III
1. Контроль (без добрив)	4,59	4,68	4,85
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	9,21	9,30	9,44
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	9,65	9,71	9,88
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	9,89	9,96	10,35
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	11,37	11,56	11,61

Середнє по досліді – 9,07 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера (F _{факт.})
Загальна	79,81	14		
Повторень	0,21	2		
Варіантів	79,56	4	19,89	4230,5
Залишку	0,04	8	0	

Помилка середньої – 0,04

Помилка різниці середніх – 0,06

НІР₀₅ = 0,14 т/га, НІР₀₅ = 1,51 %

Сила впливу фактора – 1,0, точність досліді – 0,44.

Результати статистичної обробки даних урожайності
кукурудзи за 2023 рік

Вихідні дані урожайності, т/га

Варіант	Повторення		
	I	II	III
1. Контроль (без добрив)	4,91	4,72	4,87
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	9,82	9,96	10,05
3. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза	10,34	10,39	10,49
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	10,66	10,73	10,89
5. N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀ + Реаком-плюс-кукурудза + Авангард кукурудза	12,11	12,39	12,31

Середнє по досліді – 9,64 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера (F _{факт.})
Загальна	95,99	14		
Повторень	0,06	2		
Варіантів	95,87	4	23,97	2797,1
Залишку	0,07	8	0,01	

Помилка середньої – 0,05

Помилка різниці середніх – 0,08

НІР₀₅ = 0,19 т/га, НІР₀₅ = 1,92 %

Сила впливу фактора – 1,0, точність досліді – 0,55.