

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – КМР. 973 “С” 2022.08.26. 06 ПЗ

ДЗЮБАК НАТАЛІЇ МИХАЙЛІВНИ

2022 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК:631.81:633.15

ПОГОДЖЕНО

Декан агробиологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри агрохімії та
якості продукції рослинництва ім.
О.Л. Душенкіна

Тонха О. Л.

Бикін А. В.

(підпис)

(ПІБ)

(підпис)

(ПІБ)

“ ” 2022р.

“ ” 2022р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Регулювання поживного режиму живлення кукурудзи за

диференційованого використання добрив»

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Магістерська програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

доктор сільськогосподарських наук, професор

Бикін А. В.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Бикіна Н. М.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

Виконала

Дзюбак Н. М.

(підпис)

(ПІБ студента)

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Агробіологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри агрохімії та якості
продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна
доктор с-г наук, проф. Бикін А.В.

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ІПБ)

2021 року

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

ДЗЮБАК НАТАЛІЯ МИХАЙЛІВНА

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Орієнтація освітньої програми «Освітньо-професійна»

Тема магістерської роботи «Регулювання поживного режиму живлення
кукурудзи за диференційованого використання добрив»

затверджена наказом ректора НУБіП України від “ ” 20 р. №

Термін подання завершеної роботи на кафедру

Вихідні дані до магістерської роботи: результати літературного пошуку,
результати польового дослідження та лабораторних досліджень

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Вплив диференційованого внесення азотних добрив на посіви кукурудзи.
2. Проаналізувати основні ростові процеси кукурудзи за різними схемами внесення азотних добрив
3. Вплив умов живлення на продуктивність кукурудзи та показники якості зерна кукурудзи.

Дата видачі завдання “ ” 2021 р.

Керівник магістерської роботи

Бикін А.В.

Завдання прийняла до виконання

Дзюбак Н.М.

РЕФЕРАТ

Магістерської кваліфікаційної роботи
студентки магістратури агробіологічного факультету

спеціальності 201 «Агрономі», освітньої програми «Агрохімсервіс у
прецизійному агровиробництві»

Національного університету біоресурсів і природокористування України

Тема магістерської роботи:

«**Регулювання поживного режиму живлення кукурудзи за
диференційованого використання добрив**»

Магістерська робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел. Основний текст магістерської роботи викладено на 71 сторінках, у тому числі робота містить 18 таблиць, 9 рисунків, 68 використаних джерел.

Актуальність дослідження. В даний час найважливішим завданням у землеробстві є підвищення врожайності сільськогосподарських культур та родючості ґрунтів, збільшення сільськогосподарської продукції. У вирішенні поставлених завдань важлива роль належить кукурудзі. Збільшення врожайності зерна кукурудзи в сучасних умовах неможливе без застосування науково обґрунтованих технологій її вирощування. При цьому правильний вибір гібриду з урахуванням тривалості вегетаційного періоду і використання раціональних доз мінеральних добрив, оптимізації умов росту і розвитку є визначальними факторами отримання високих і стабільних врожаїв цієї культури.

Проблематика дослідження. Один з найголовніших факторів, що забезпечує високу продуктивність, високі показники якості зерна кукурудзи є правильний спосіб діагностики умов живлення. Проблема в оптимізації умов живлення кукурудзи, відповідно до її біологічних вимог, враховуючи етапи росту і розвитку завжди існувала. В сучасних умовах здорожчання мінеральних добрив важливим є отримання продукції із певною собівартістю.

Мета та завдання досліджень. Метою роботи було дослідження впливу застосування диференційованого способу внесення азотних добрив на продуктивність кукурудзи на зерно у Північному Лісостепу України за вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Метою дослідження було вивчення, впливу азотного живлення на агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту. Вивчення впливу азотних добрив, що вносилися диференційовано, на фізіолого-біологічні показники росту та розвитку рослин кукурудзи. Встановлення найоптимальніших доз азотних добрив за рахунок правильної діагностики ґрунтово-кліматичних умов та сорто-генетичних особливостей рослини, що надалі забезпечить найоптимальнішу урожайність з високими показниками якості.

Предмет досліджень: агрохімічні, фізико-хімічні показники темно-сірого опідзоленого грубо пилувато-легкосуглинкового ґрунту на лесі показники росту та розвитку рослин кукурудзи.

Методи досліджень: польовий, лабораторний.

Наукова новизна: Полягає у вивченні впливу диференційованого внесення азотних добрив на формування урожайності та якості кукурудзи на зерно. Встановлення оптимальніших параметрів живлення рослин.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: кукурудза на зерно, темно-сірий опідзолений ґрунт, мінеральні добрива, технологія вирощування, диференційоване внесення, ґрунтова неоднорідність.

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. Оптимізація живлення кукурудзи на зерно.....	8
1.1. Значення кукурудзи, як культури продовольчої безпеки.....	8
1.2. Вплив азотного режиму живлення на ріст і розвиток рослин кукурудзи.....	9
1.3. Вплив фосфорного режиму живлення на ріст і розвиток рослин кукурудзи.....	12
1.4. Вплив калійного режиму живлення на ріст і розвиток рослин кукурудзи.....	13
1.5. Вплив мікроелементів на ріст і розвиток рослин кукурудзи.....	15
1.6. Генетичний потенціал гібридів кукурудзи та його реалізація за вирощування.....	19
1.7. Вирощування кукурудзи за диференційованого використання добрив.....	20
РОЗДІЛ 2. Методика та умови проведення досліджень.....	23
2.1. Ґрунтові умови проведення досліджень.....	23
2.2. Погодно-кліматичні умови території проведення досліджень.....	25
2.3. Методика проведення досліджень.....	30
РОЗДІЛ 3. Поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту за умов диференційованого внесення добрив.....	35
3.1. Агрохімічний моніторинг ґрунту за вирощування кукурудзи на зерно.....	35
3.2. Біометричні показники та хімічний склад рослин за вирощування кукурудзи на зерно в умовах диференційованого використання добрив.....	46
РОЗДІЛ 4. Вплив застосування диференційованого внесення добрив на структуру та врожайність кукурудзи на зерно.....	56
4.1. Вплив регулювання мінерального живлення на структуру врожаю.....	56
4.2. Вплив регулювання мінерального живлення на урожайність та якість кукурудзи на зерно.....	58
РОЗДІЛ 5. Економічна ефективність регулювання азотного живлення за диференційованого способу використання добрив під кукурудзу на зерно.....	61
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	65

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Одним з найважливіших елементів точного землеробства, вважається

диференційоване внесення добрив. Основним завданням є внесення потрібної кількості добрив вибірково, а саме на ту зону поля де це потрібно. Таке

НУБІП України

використання дозволяє отримати додатковий економічний ефект з кожної неоднорідної ділянки поля.

На даний час кожен фермер хоче підвищити продуктивність культури.

Для того, щоб отримати бажаний результат, варто використовувати сучасні

НУБІП України

гібриди з ФАО, яке відповідає розташуванню господарства, також не варто забувати про ключові чинники формування продуктивності вирощуваної культури: строк сівби, густина стояння, рівномірність посіву. За оптимальної

технології вирощування можна отримати високий врожай [1].

Під час вибору гібриду варто звернути увагу на зональність, умови

НУБІП України

зволоження, температурний режим, тип ґрунту, умови живлення [2, 3]

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. Оптимізація живлення кукурудзи на зерно

1.1. Значення кукурудзи, як культури продовольчої безпеки

Розвиток діагностики мінерального живлення як наукового спрямування має складний характер. Якщо у 60-ті роки рослинна діагностика була орієнтована головним чином на виявлення дефіциту того чи іншого елемента внаслідок його абсолютної недостатності у ґрунті, то зараз у всьому світі пріоритетне значення набуває відносна недостатність, обумовлена конкурентним впливом елементів чи незадовільними властивостями ґрунту [3,

4]. Однак протягом цих років незмінним залишаюся базисне положення діагностики хімічному складу рослин як функції довкілля. Саме цей принцип покладено основою оптимізації мінерального живлення рослин, що є важливим прийомом підвищення врожайності та якості продукції. Важливо не лише збільшувати врожайність зерна, а й покращувати його якість [3, 4].

Кукурудза — одна з найважливіших сільськогосподарських культур у групі зернофуражних культур з валового виробництва зерна кукурудза посідає перше місце у світі. За останні 10 років площі посівів цієї культури у світі збільшилися на 7,9 млн. га, а валове виробництво зерна зросло на 114,23 млн. т, або на 23,6%. У світовому землеробстві за площею посівів кукурудза поступається лише пшениці та рису. Всі ці культури дають основну кількість калорій, білка та лізину у валовому виробництві сільськогосподарської продукції [5, 6].

Зерно використовується на продовольчі, кормові та технічні цілі. У харчовій промисловості кукурудзяне зерно вживається в їжу у вареному та консервованому вигляді [7].

Кукурудзу можна вважати і технічною культурою у зв'язку з використанням зерна на технічні цілі. Кукурудзяний крохмаль використовується у паперовій, хімічній та фармацевтичній промисловості. Частка кукурудзи у виробництві крохмалю становить близько 75% [7,8].

Кукурудза має велике агрономічне та екологічне значення. Вирощується на зерно, вона є хорошим попередником для багатьох культур, ранньостиглих гібридів – для озимої пшениці. Ранньостиглу кукурудзу можна з успіхом вирощувати на зерно в поукісних посівах, а також використовувати як страхову культуру для пересіву у разі загибелі озимих та ярих культур. Світова посівна площа під нею становить близько 125 млн. га, а виробництво зерна понад 310 млн. т. Отримання високих врожаїв кукурудзи залежить від багатьох факторів, серед яких важливу роль відіграють мінеральні добрива [9, 10].

Високоякісне зерно кукурудзи насамперед повинно мати високий вміст білка та лізину, та інших незамінних амінокислот у зерні. Нестача у раціоні тварин цих речовин призводить до зниження їх продуктивності. У зв'язку з цим створення високопродуктивних гібридів кукурудзи розробка прийомів, спрямованих на поліпшення якості та збільшення врожайності зерна при впровадженні прогресивних форм організації виробництва, зниженні витрат праці та засобів, при її обробітку є першочерговим завданням як науковців, так і практиків [1, 2, 7].

1.2. Вплив азотного режиму живлення на ріст і розвиток рослин

кукурудзи

Кукурудза вимоглива до родючості ґрунту, для її розвитку необхідна велика кількість поживних речовин. Вона споживає більше поживних речовин, ніж озима пшениця чи інші зернові культури [11].

Кукурудза погано реагує на такі ґрунтові умови: важкі, засолені та перезволожені ґрунти, що сильно запливають, з кислою реакцією ґрунтового розчину (оптимальне значення обмінної кислотності рН сол. 6,0 – 7,0). Якщо кукурудзу вирощувати на ґрунтах із рН сол. <5,5, а за рН сол. = 5,0 і менше для отримання оптимальних урожаїв такі ґрунти потрібно обов'язково вапнувати, при цьому найліпше вносити вапнякові добрива під попередник [12].

У початковий період росту та розвитку, коріння кукурудзи не здатне засвоювати достатню кількість поживних речовин із природних запасів ґрунту. Потребу рослин у цей період можна компенсувати його припосівним внесенням [13,14, 15].

Надходження поживних речовин із ґрунту в рослини починається вже за проростання насіння. Чотириденні сходи кукурудзи використовують із поживного середовища до 50% азоту та калію, а двотижневі – до 65 – 75%. До цього періоду рослини споживають азоту та фосфору з ґрунту значно більше, ніж із насіння. Споживання елементів мінерального живлення рослинами кукурудзи протягом вегетації продовжується до воскової стиглості зерна. Характер та інтенсивність надходження азоту, фосфору та калію за фазами розвитку залежить від скоростиглості гібрида. Однак, як правило, максимальне поглинання відбувається в період за 10 діб до викидання волоті і протягом наступних 25 діб [9, 16].

Якщо на початку вегетації засвоєння поживних речовин рослинами незначне, то перед фазою викидання волоті за один день, з кожного гектара вони споживають: азоту – 3,16; фосфору – 0,87 та калію – 3,44 кг.

До фази молочно-воскової стиглості зерна, кукурудза накопичує азоту 92%, калію – 93 та фосфору 70% від їх максимуму [9, 17].

Основну роль у живленні кукурудзи відіграє азот, який у оптимальних дозах стимулює зростання і активність кореневої системи, прискорює розвиток рослин, збільшує асиміляційну поверхню листя й у кінцевому результаті впливає на формування врожаю та його якості [17].

Значення азоту в життєдіяльності кукурудзи залежить від того, що він входить до складу білків, так як є складовою нуклеїнових кислот і хлорофілу [18].

Підвищена потреба кукурудзи у азоті настає з фази 6-8 листків. Період максимального споживання його починається з фази викидання волоті і продовжується до фази молочно-воскової стиглості [19].

Підвищення врожайності та білковості зерна кукурудзи знаходиться у прямій залежності від доз азотних добрив. При внесенні 73 кг/га азоту вміст протеїну в зерні кукурудзи збільшується з 9,1 до 9,8%, а врожайність з 36 до 44 ц/га; у разі підвищення дози азоту до 346 кг/га вміст протеїну зростає з 9,1 до 11,9%, а врожай залишився на тому ж рівні [7, 20].

При нестачі азоту в ґрунті затримується ріст та розвиток рослин, знижується інтенсивність фотосинтезу та білкового обміну, а при азотному голодуванні розпаду піддаються конституційні білки і внаслідок цього листя відмирає. Для прикладу, якщо навесні буде менше засвоєння азоту при низьких температурах – рослина жовкне, ріст її гальмується [13,21].

Основними втратами азоту в процесі росту і розвитку рослин є:

- газоподібна втрата, що відбувається при внесенні амідних та аміачних форм добрив, з яких азот втрачається у вигляді аміаку.

- Денітрифікація – нітрати переходять у форму оксид азоту NO_2 , NO що призводить до вивільнення у атмосферу.

- Нітрати-іону NO_3 вимиваються з профілю ґрунту – це відбувається за умови випадання рясних опадів та перевищеною кількістю фізичного піску у гранулометричному складі ґрунту [16].

Критичним періодом засвоєння азоту є фаза цвітіння. За рахунок високих температур відбуваються процеси мінералізації та вивільнення азоту з ґрунту.

Рекомендовано вносити норму мінерального азоту з встановленого приблизного розрахунку N_{15} на 1 т зерна – для родючих ґрунтів, а на бідніших N_{20} . При врожайності 8 т зерна необхідно вносити $\text{N}_{120} - \text{N}_{160}$, а за врожайності 10 т вносити $\text{N}_{150-200}$ [14].

Для встановлення норм азотних добрив використовують балансовий метод, а також отримані дані експериментальних досліджень [14, 22].

При внесенні карбаміду та аміачної селітри у співвідношенні 1:1 – кукурудза реагує добре. Спочатку вона засвоює найбільш доступний та рухомий нітратний азот. Пізніше рослини зможуть засвоїти амонійну форму

азоту, через те що вона не вимивається з ґрунту, а накопичується в орному шарі.

Якщо під кукурудзу вносити карбамід, відпадає потреба у проведенні підживлення, тому що це добриво є високоефективним [14, 23, 24].

При вирощуванні кукурудзи на ґрунтах бідних на азот, наприклад на таких як на Поліссі, а також на ґрунтах видужених та опідзолених, як в Лісостепу, завжди буде необхідність у внесенні азоту, за відповідної суми ефективних температур для отримання високих урожаїв кукурудзи [25, 26].

В умовах достатнього зволоження в ряді регіонів, існує думка, що азотні добрива доцільно вносити навесні в передпосівний обробіток ґрунту або підживлення. Внесенні азоту у передпосівну культивування сприяє підвищенню врожайності зерна кукурудзи на 2,5 ц/га, а підживлення 4,0 ц/га, а вміст сирого протеїну збільшиться на 2,8% [24, 27].

Азотні добрива займають важливу роль у підвищенні врожайності зерна кукурудзи, проте їх ефективність підвищується з оптимізації іншими елементами живлення, у першу чергу фосфором та калієм [14].

1.3. Вплив фосфорного режиму живлення на ріст і розвиток рослин

кукурудзи

У процесах обміну речовин та енергії в рослинних організмах фосфор відіграє винятково важливу роль. Він надходить повільніше і рівномірніше протягом тривалого часу, ніж азот, особливо у період від сходів – початок цвітіння, та до досягання врожаю.

При його нестачі коренева система рослин розвивається слабо, рослини кукурудзи повільно ростуть, період вегетації затягується [23, 29].

При внесенні фосфорних добрив під кукурудзу прискорюється розвиток потужної кореневої системи, закладання репродуктивних органів, швидше утворення качанів та досягання врожаю [13, 14].

Не варто забувати, якщо не забезпечити фосфором на ранніх фазах росту і розвитку культури, то пізніше внесення не компенсує нестачу. Тоді, при його нестачі листя культури стане фіолетово-вишневого кольору та затримається фаза цвітіння та досягання. На початкових фазах росту і розвитку, при низьких температурах (менше 10 – 12⁰С) або нестачі вологи кукурудза буде слабо засвоювати фосфор.

Щоб забезпечити засвоєння фосфору, рекомендовано вносити добрива у легкодоступних формах (наприклад, амофос у нормі 1,0 – 1,5 ц/га), щоб забезпечити цим самим ефективність добрива [13, 14, 17].

Ряд авторів вважає, що внесення різних фосфорних добрив не однаково впливає на врожайність зерна та зеленої маси кукурудзи, та їхню якість. Так, в умовах північно-східного Лісостепу України застосування суперфосфату в дозі P₁₂₀ на фоні N₁₂₀P₁₂₀ забезпечувало отримання врожаю зеленої маси кукурудзи – 566 ц/га, а зерна – 69,3 ц/га, що відповідно на 18 та 1,5 ц/га більше, порівняно із застосуванням гранульованого суперфосфату. Вміст сирого протеїну досягав при цьому 6,27 ц/га, крохмалю в зерні 74,64%, жиру 6,21% [26, 29].

1.4. Вплив калійного режиму живлення на ріст і розвиток рослин кукурудзи

Калій найбільше засвоюється у другу половину вегетації. Посилює у рослинах фотосинтез, сприяє пересуванню поживних речовин, особливо вуглеводів з листків до качанів, цим самим важливим стає для формування качанів, позитивно впливає на білковий обмін, енергетику рослин. Також сприяє покращенню засвоєння азоту та оптимізації водного режиму рослин [13, 14].

Він також сприяє підвищенню стійкості рослин до вилягання, до грибкових захворювань, нестачі води, перепаду температур. Рекомендована глибина залягання калію від 30 до 60 см. Оскільки кукурудза є саме з даної

глибини споживає найбільше калію у період від появи волоті до воскової стиглості [16].

При його нестачі уповільнюється ріст рослин, сповільнюється фотосинтез, листя висихає, створюючи враження опіків, а у дорослих рослин спостерігаються укорочені міжвузля [30].

Калій інтенсивно надходить у рослину кукурудзи у період від появи сходів – до періоду виходу у трубку. Поглинання його досягає максимум за 10–12 днів до виходу у трубку, а потім швидко зменшується. До початку викидання волоті рослини поглинають до 90% калію. Засвоєння рослиною

калію на пряму має кореляційний зв'язок з урожайністю зерна культури. Під час посухи, достатнє забезпечення калієм забезпечує добре озернення качанів [15].

Оптимальним калійним живленням незалежно від гібриду є внесення добрив під осінній обробіток ґрунту або відразу після попередника, хлористого калію з нормою від 100 до 150 кг/га, також вносять калійну сіль, калімагnezію і інші добрива [13, 14, 16].

Дія калійних добрив значною мірою залежить від властивостей ґрунтів, особливо від співвідношення елементів живлення у добривах, що вносяться.

При правильно підбраному співвідношенні азоту, фосфору та калію одержують найвищі врожаї зерна кукурудзи. Так, на типових чорноземах, застосовуючи $N_{90}P_{60}K_{60}$, отримали 53,9 ц/га зерна кукурудзи та 4,9 ц/га сирого білка, зі збільшенням дози добрив до $N_{120}P_{60}K_{60}$ – 62,0 та 6,6 ц/га відповідно..

Внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечувало вміст протеїну в зерні 8,7%, $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 10,1% [13, 14, 22, 31].

В умовах Північного Лісостепу середня врожайність зерна кукурудзи за 5 років при внесенні $P_{90}K_{90}$ була 55,4 ц/га, а при додаванні N_{120} збільшувалася до 76,4 ц/га [32].

1.5. Вплив мікроелементів на ріст і розвиток рослин кукурудзи

Великий вплив на врожай та якість кукурудзи мають мікроелементи. Кукурудза особливо чутлива до нестачі цинку та марганцю, а також до заліза, міді, сірки, молібдену та бору [17].

Оскільки коренева система кукурудзи має високу воїрну здатність, поглинання води в 3 – 6 разів швидше, то для інтенсивного росту і розвитку кореневої системи та рослини мають вплив макро- та мікроелементів. Цим самим мікроелементи не можна замінити іншими поживними речовинами [8,

17]. З ґрунту макро- та мікроелементи, які є в рухомій легкодоступній формі засвоюються рослиною в незначній кількості, а нерухомі форми зможуть бути доступними для культур, тільки після проходження важких мікробіологічних процесів за участі гумінових кислот та корневих виділень. Тому їх вміст забезпеченості буде не високим для рослини [17, 33].

При достатній забезпеченості рослин мікроелементами на 10 – 30%, дозволяє краще засвоювати основні макроелементи із добрива, набагато краще розвиваються і протистоять заморозкам, та іншим стресам. Висів насіння кукурудзи, обробленого мікроелементами вплине на формування качанів, збільшилась їх кількість і зменшаться витрати на протруйники [34].

На суглиннистих кислих ґрунтах кукурудза рідко відчуває нестачу Mn та Zn, проте на вапнованих дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах, а особливо на карбонатних чорноземах і каштанових ґрунтах степової зони, розчинність мікроелементів знижується і досить часто Zn, B, Cu та Fe, що значно лімітує врожайність. Особливо суттєво зростає роль мікроелементів при плануванні високих урожаїв зерна чи зеленої маси кукурудзи.

Встановлено, що на створення 1 тони зерна кукурудзою використовується із ґрунту: заліза – 130 г.; цинку – 18 г.; марганцю – 39 г.; міді – 11 г.; бору – 12 г [23, 33].

Для кукурудзи цинк є критично важливим елементом, а життєво-важливими елементами є: бор, мідь, залізо, манган.

Цинк дуже важливий для правильного метаболізму фосфору, при високому вмісті гумусу у ґрунті, на холоді та при лужній реакції ґрунту. Він активізує ферменти, бере участь у циклах перетворення сахарози у крохмаль, сприяє збільшенню вмісту вуглеводів і білку, підвищує стійкість до несприятливих умов, зокрема приморозків.

У ґрунтах світу вміст цинку складає від 10 до 300 мг/кг, звідси вміст його залежить від материнської породи ґрунту. В Україні його вміст змінюється від 13 – 127 мг/кг, підвищення цинку відбувається від Полісся до Лісостепу та Степу. Найбільший вміст цинку є у ґрунтах, які сформувались на лесі [35, 36].

При нестачі цинку порушується азотний обмін та стає гіршим синтез білків, з'являються блідо-жовті смуги на молодих листках або вся поверхня листа стає жовтою, білою. Сильно пошкоджене листя стає червоним [17, 35, 37].

Антагоністом для цинку є фосфор, оскільки за високого вмісту даного елемента, може бути дефіцит цинку. При внесенні високих норм азотних добрив рослина має більшу потребу у цинку, тому їх варто вносити сумісно.

Варто знати, що при високих концентраціях Zn в розчині та його збільшенні у вегетативних органах рослини, може спричинити зменшення урожайності та пригнічувати ростові процеси. Візуально дефіцит цинку можна побачити, якщо є дрібнолистість та карликовість [8, 36].

Негативна дія надлишку цинку сприяє дефіциту міді та заліза, а також знижується поглинання фосфору, калію, азоту, кальцію [8].

Для запобігання нестачі цинку у ґрунті та рослини, рекомендовано вносити цинкові добрива у рідких або мікро-гранульованих стартових добрив у зону висіву насіння, що дозволяє молодим рослинам пережити несприятливі умови. Даний захід можна вважати ключовим, оскільки цинк має велике значення для проростання і початкового розвитку культури.

Шляхом підживлення кукурудзи можна забезпечити її в критичний період росту і розвитку, цинком, адже при несприятливих умовах кореневого живлення Zn з ґрунту буде зниження. Цей захід ефективний, коли ситуацію з дефіцитом цинку потрібно виправити швидко. А також при пізньому внесенні цинку, він сприятиме збільшенню його вмісту у зерні [35, 36].

Бор покращує синтез переміщення вуглеводів, важливий для запилення, оскільки сприяє зростанню пилкових трубок, бере участь у процесах поділу клітин і синтезу білка, при оптимальному живленні підвищується стійкість до хвороб та підвищується насіннева продуктивність [38].

Його нестача часто спостерігається на піщаних, карбонатних, заболочених ґрунтах. На легких ґрунтах за нестачі бору у рослин починається кушення, міжвузля стають коротшими, відбувається деформування качанів та частково не містять насіння. Візуальні ознаки нестачі бору: площа листя набагато менша, молоді листки скручуються, з'являються білі штрихові плями з випуклими коричневими смугами на листі [17, 38, 39].

Доступність бору для рослин неоднаковий, скільки він знаходиться в ґрунті в різних сполуках.

Для рослин бор доступний у водорозчинних сполуках. В ґрунтах, які вапнуються рухомість бору зменшується або вимиваються розчинні сполуки бору. Тому у провапновані ґрунти варто вносити бор, який важливий для кукурудзи, як борофільної культури через винос її усього елемента 130–150 г/га.

Бор є антагоністом для феруму, кальцію, купруму, молібдену, мангану. З фосфором він дає аналогічні реакції, тому поглинання їх дуже схоже. Поглинання та розподілення фосфору залежить від концентрації бору, адже він зменшує рухомість та трансформацію фосфору у коренях рослини.

Потреба у додатковому внесенні борних добрив важлива, оскільки він впливає на раніше зацвітання і отримання зерна, зниження захворюваності і підвищення насінневої продуктивності [8, 38, 39].

Магній бере участь у процесі фотосинтезу. Він входить до складу хлорофілу та бере участь у синтезі білків. Впливає на синтез цукрів, прискорює

розвиток рослин. При його нестачі можна бачити нерівномірні червоні та фіолетові забарвлення між жилками на старому листі. Дефіцит магнію частіше виникає на ґрунтах легкого гранулометричного складу, при високих концентраціях калію на фоні холодної а вологої погоди [39].

Нестача магнію впливає на процеси цвітіння та запилення, цим самим зменшується озерненість качанів. Магній блокується за великої кількості калію в ґрунті. Добре працює у парі з сіркою [13, 14, 40].

Важливим елементом є сірка, вона впливає на ріст і розвиток рослини, краще використання азоту, забезпечує стійкість до стресових умов та патогенів.

При її нестачі уповільнюється ріст рослин, молоді листки стають рівними або зігнутими і під гострим кутом входять вгору до стебла. Нестача 1 кг сірки призводить до порушення засвоєння 10 кг азоту. Рослини втрачають колір через розкладання хлорофілу, качани втрачають зерна (череззерниця).

Ґрунти з низьким вмістом гумусу та ґрунти, які схильні до залуження є причиною дефіциту сірки. Для виправлення цього застосовують позакореневе внесення сульфату магнію (3 – 5% розчин) разом із розчином карбаміду (6 – 8% розчин) [39, 41, 42].

Мідь важлива для окислювально-відновних процесів. Бере участь у фотосинтезі та утворенні ензимів. Її достатня кількість підвищує вміст білка, цукрів, лігніну та уржайність. Посилює засвоєння азоту та підвищує стійкість до вилягання, засухо- та морозостійкості і стійкості до хвороб.

В ґрунті її вміст складає 0,002%, а частка розчинної міді 1%. Є різні форми міді, які засвоюються рослинами неоднаково. У фіксації міді важливу роль відіграють мікроорганізми ґрунту. Найбільший дефіцит є на ґрунтах піщаних та торф'яних.

При нестачі міді ріст рослини сповільнюється, міжвузля коротшають, краї листя засихають. На фоні застосування високих доз азотних та фосфорних добрив, а також вапнування ґрунтів є небезпека виникнення мідного голодування [43].

Залізо – бере участь у синтезі хлорофілу і окремих білків, активує дихання, входить до складу багатьох ферментів. Дефіцит проявляється на молодих листках, на листі появляються між жилкові смуги з хлорозом, а при дуже сильній нестачі на краях листків розвивається некроз.

На карбонатних та вапнованих ґрунтах найбільше проявляється дефіцит заліза. Антагоністами для нього є: цинк, фосфор, мідь, кальцій [8, 17].

Для забезпечення рослин мікроелементами у фазі інтенсивного росту і розвитку найкращими способами є позакореневе та листкове підживлення, адже елементи живлення засвоюються у тій кількості, яка потрібна культурі, оскільки коренева система не завжди може засвоїти їх у потрібній кількості [13, 14, 17].

1.6. Генетичний потенціал гібридів кукурудзи та його реалізація за вирощування

Кукурудзу вирощують у найрізноманітніших умовах – від тропіків з вічним літом, до районів холодного поясу, з коротким і прохолодним літом. Ця незвичайна пристосованість кукурудзи пояснюється її великою мінливістю та багатством різноманітних груп та сортів з різними морфологічними та біологічними ознаками, властивостями.

Переважно рівень врожайності гібриду кукурудзи визначається його генетичним потенціалом, хоча важливий вплив і інших факторів виробництва, особливо агротехнічних прийомів. За даними іноземних авторів, частка впливу гібридів на врожайність кукурудзи становить 35%, агротехнічних факторів – 35% та кліматичних умов – 30% [1, 7, 16].

Так, на думку американських фахівців, у США 50% приросту врожайності зернових культур досягається за рахунок запровадження нових сортів та гібридів, а 50% – за рахунок удосконалення технологій їхнього вирощування. Такого висновку дійшли і вчені Західної Європи. Вони припускають, що в майбутньому внесок гібриду у зростання врожайності

зросте на 60 – 80%. Так, за останні роки в ході селекційної роботи продуктивність гібридів кукурудзи (ультра ранньостиглих, ранньостиглих) було підвищено до 6 – 10 т/га зерна. Ці результати були отримані при випробуванні гібридів як на сортоділянках, так і у виробничих умовах [32].

Нові гібриди повинні відповідати вимогам виробництва за рівнем продуктивності, стійкості до шкідників та хвороб, холодостійкості та посухостійкості. Для того щоб визначити придатність гібриду до використання у виробництві, необхідно проведення випробувань перспективних та районованих гібридів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [16].

Ряд авторів стверджує необхідність створення та застосування скоростиглих гібридів для північної зони вирощування кукурудзи. При збиральній вологості зерна понад 33% витрати на сушіння врожаю дорівнюють витратам на вирощування та збирання, а потім їх перевищують. Найбільш ефективним, наприклад, для Лісостепу Центрального є використання ультрашвидких гібридів у поєднанні зі збиранням зерна без досушування.

Отримання високих урожаїв кукурудзи на зерно (5 – 9 т/га) у північних районах, можливе лише за правильного підбору ранньостиглих гібридів та дотримання технології їх вирощування [1, 32, 44].

1.7. Вирощування кукурудзи за диференційованого використання добрив

Диференційоване внесення добрив – один з елементів прецизійного землеробства. Система диференційованого внесення сприяє підвищенню продуктивності посівів на неоднорідних ділянках поля [45].

Розподіл добрив на полі за традиційного землеробства, відбувається нерівномірно, внаслідок цього, наприклад можна спостерігати ділянки зі слабкими або зрідженими сходами, що в подальшому негативно впливає на врожайність.

Тому впровадження даної системи дає змогу оптимізувати умови росту і розвитку рослин на кожній елементарній ділянці поля. Основною метою такої

системи використання добрив є: одержання максимального врожаю; прибутку; економія добрив та ефективне використання їх; збереження родючості ґрунту [46, 47].

Для ефективного впровадження системи диференційованого внесення добрив, перш за все потрібно детально дослідити: ґрунт, загальний стан полів у господарстві, технологічні операції за попередні роки [3, 40, 48].

Основні етапи реалізації даної системи: наявність сучасної сільськогосподарської техніки, з керованим бортовим комп'ютером і здатністю диференційовано проводити агротехнологічні операції; GPS-приймачі; системи для виявлення неоднорідності поля (сенсори і вимірювальні комплекси, прилади дистанційного зондування посівів, автоматичні пробовідбірники); геоінформаційні системи (ГІС) для створення електронних карт полів; карти врожайності культур, одержані після їх збирання.

Використання вище перерахованих етапів, дозволить врахувати зміни параметрів показників у межах конкретного поля. Найпоширенішою є операція внесення мінеральних добрив і сівба сільськогосподарських культур. Прецизійне землеробство щодо внесення добрив в ґрунт, з урахуванням, що вміст рухомих сполук елементів живлення на площі поля є неоднорідними, іншими словами скільки потрібно внести на визначеній елементарній ділянці. Є два режими внесення добрив: off-line та on-line [49-51].

Для Off-line режиму потрібно попередньо підготувати комп'ютерну карту-завдань в яких просторово прив'язані за допомогою GPS дози добрив для кожної елементарної ділянки. Після цього отриману карту-завдань за допомогою носія інформації переносять на бортовий комп'ютер сільськогосподарської техніки з GPS – приймачем і виконують запрограмовані технологічні операції. Сільськогосподарська техніка рухається по полю і за допомогою GPS визначає місцезнаходження та зчитує з носія інформацію дози добрив, і надсилає сигнал на контролер розподілу добрив. Після отримання сигналу, контролер виставляє на розподільнику добрива з необхідною дозою для внесення.

Для On-line режиму попередньо передбачають визначення агротехнологічних вимог до операцій, дозу добрив встановлюють вже під час її виконання. Датчик, який встановлено на агрегаті дає показники, від яких залежить доза добрив. В цьому режимі одержані дані від датчика бортовий комп'ютер порівнює з вимогами, які були задані і надсилає сигнал на контролер за тією ж схемою, що і в режимі off-line [49-50].

На сьогодні є розробки різних датчиків, які дозволяють використовувати режим off-line. Для прикладу, це оптичні датчики, які визначають забезпечення рослин азотом за забарвленням посівів та їх забур'яненість; механічні можуть оцінити біомасу, електромагнітні тощо [52, 53].

Господарства, які впровадили диференційоване внесення, з урахуванням трьох рівнів забезпеченості елементами живлення добрива вносять на першому (найвищий вміст елементів живлення та умови забезпеченості, близької до потреб вирощуваної культури) – добрива не вносять; на другому (середня забезпеченість) – добрива вносять із розрахунку а внесення їх запланованим урожаєм; на третьому (найнижчий вміст) – та сама кількість, як і в другому варіанті, плюс деякі додаткові кількості, щоб не допустити зниження родючості ґрунтів, і, за можливості трохи її підвищити.

Диференційоване внесення добрив дає змогу не лише зменшити витрати на внесення добрив, але і цілеспрямовано підвищувати родючість ділянок поля, де вона низька, тим самим збільшити врожайність культур [50, 51].

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. Методика та умови проведення досліджень

2.1. Ґрунтові умови проведення досліджень

На темно-сірому опідзоленому грубопилуватому легкосуглинковому на лесі господарства ТОВ «Біотех ЛТД», яке територіально розташоване у с. Городище Бориспільського району Київської області було закладено дослід. Цей ґрунт є типовий для Лівобережного Лісостепу України [54].

Ці ґрунти поширені невеликими ділянками серед сірих опідзолених ґрунтів та чорноземів опідзолених. Їх формування в основному відбулося під широколистяними лісами з добре проективним покриттям трав'янистої рослинності. В цих ґрунтах процес акумуляції гумусу посилюється, а ознаки опідзолення слабо виражені. За рахунок цього темно-сірі лісові ґрунти мають інтенсивну гумусованість на поверхні профілю, а нижня частина профіля безгумусна [55].

Темно-сірий ґрунт за своїми ознаками і властивостями наближений до чорноземів. Забарвлення цих ґрунтів – більш темне, вони глибше гумусовані – до 50 – 65 см [55, 56].

Будова профілю ґрунту:

HE або He – гумусово помітний ілювіальний, до 25 – 35 см, темно-сірий, але з помітною «сивиною» за наявності присипки кремнезему SiO_2 , пухкий, не міцно-грудкуватий зі слабою пластинчастою структурою, перехід добре помітний, в цілинних варіантах – порохнисто-грудкуватий;

H1 – гумусово-ілювіальний, до 50 – 60 см, темно-бурий, ущільнений, з чіткою призматично-горіхуватою структурою, у верхній частині структурні грані може бути велика кількість присипки кремнезему SiO_2 , на гранях структурних окремоостей колоїдне лакування, перехід поступовий;

I – ілювіальний, без гумусонагромадження, червоно-бурий або м'ясо-червоний, щільний, горіхувато-призматичний, грані вкриті темно-бурими затіками органічно-мінеральних колоїдів (лакування, примазки), перехід поступовий;

Р1 – перехідний ілювіальний залягає до глибини 90 – 95 см, світліший за попередній, менш щільний, з меншим виразом заціоків колоїдів, перехід поступовий;

Рк – ґрунтозна порода, до 100 – 130 см, як правило, лесова з карбонатним псевдо міцелієм і прожилками.

Темно-сірий опідзолений ґрунт характеризується значним перерозподілом за профілем мулу і збагаченням фракціями пилу. Завдяки своїм фізико-хімічним показникам він сприятливий для більшості сільськогосподарських культур. Вміст гумусу в орних ґрунтах коливається в

межах 2,0 – 3,9% з поступовим зменшенням вниз за профілем. У складі гумусу суттєво зростає частка гумінових речовин, тому тип гумусу фульватно-гуматний [54-58].

Ґрунти є слабо-кислими ($pH_{\text{сол.}}$ 5,3 – 6,0) (табл. 2.1). Проте величина гідролітичної кислотності зростає до 3,0 – 4,0 мг-екв, але через те, що насиченість основами становить 80 – 90%, тому є зменшення її негативної дії. Сума обмінних основ становить 11 – 34 мг-екв/100 г ґрунту. З глибиною кислотність зменшується й зростає насиченість основами. Збільшення гумусованості і насиченості основами, слабо-кисла реакція середовища зумовлює вищий вміст у них елементів живлення.

Загальний вміст азоту становить 0,15 – 0,30%, а легко гідролізується його від 5 до 6 мг/100 г ґрунту. Вміст обмінного кальцію становить 5,5 – 10 мг/кг, фосфору (за Кірсановим) – 15 – 20 мг/кг ґрунту.

Ці ґрунти мають більш сприятливі агрофізичні властивості. У них зростає кількість водостійких агрегатів, відповідно вони менш заплывають, кірка менш щільна. Істотно зростає вологоекмість і кількість ЗПВ. Темно-сірі опідзолені ґрунти мають високу природну родючість. Бонітет складає 68 балів [54-58].

Таблиця 2.1.

Агрохімічна характеристика темно-сірого оцідозеного грубопилуватого легкосуглинкового ґрунту на лесі, 2022 р.

Показник	Глибина відбору зразків, см	
	0 - 25	25 - 50
Вміст гумусу, %	2,84	2,61
pH _{KCl}	5,24	5,22
Ємність катіонного обміну, мг-екв/100г ґрунту	28,2	24,2
Гідролітична кислотність, мг-екв/100г ґрунту	2,10	2,61
Ступінь насичення основами, %	88,8	89,5
Вміст, мг/кг: N мінеральний	13,4	10,6
P ₂ O ₅	224	201
K ₂ O	194	178,5

2.2. Погодно-кліматичні умови території проведення досліджень

Клімат Бориспільського району, на території якого знаходяться поля господарства є помірно континентальний. В середньому температура повітря в регіоні за рік є 6 - 7°C. Перехід від одного сезону до іншого відбувається поступово. Сума активних температур поступово підвищується з півночі на південь від 2480 до 2700°C.

Сніговий покрив є нестійким, глибина його незначна - 10 -12 см. В січні (-18,1°C), лютому (-11,4°C) та березні (-10,1°C) за даними метеостанції спостерігалась найбільш низька температура. Потепління розпочалось із 3 декади березня. У липні було підвищення температури до +36°C.

Опади не відзначаються стабільністю. В червні та липні вони часто випадають у вигляді злив. За вегетаційний період у середньому випадає близько 317 мм атмосферних опадів (рис. 2.2.2).

Спостереження за метеоданими на території господарства проводилося в період з січня по кінець вересня. Протягом 276 днів середньодобова температура вище 0°C склала 234 доби, вище 5°C – 190 діб та вище 10°C – 157 діб (табл. 2.2.1).

За зазначений період сума активних температур склала 3040°C, а ефективних – 2796°C.

Для вирощування гібриду кукурудзи ДКС 3972 з ФАО 300 територія характеризувалась необхідною забезпеченістю сумою ефективних температур для формування качанів і досягненню зерном кукурудзи стадії технічної стиглості.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 2.2.1

Подекадна температура повітря території проведення дослідження протягом вегетаційного періоду, 2022 р.

Значення	Місяць/декада																	
	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Середнє значення, t°C	6,6	6,5	11,2	13	14,4	15,7	21,2	21,4	22	25,6	18,2	21,8	18,9	24	23,4	11,7	12,7	12,9
Максимальна t°C	21,1	20,4	22,2	24	30,2	26,1	34,1	35,4	37	36,2	26,9	32,7	33	31,1	35,9	23,2	22,3	21,8
Мінімальна t°C	-2,2	-0,1	2,41	0,46	1,14	3,97	9,54	9,4	10,2	10,7	10,1	11,4	15,6	16,3	12,9	0,53	6,3	5,2

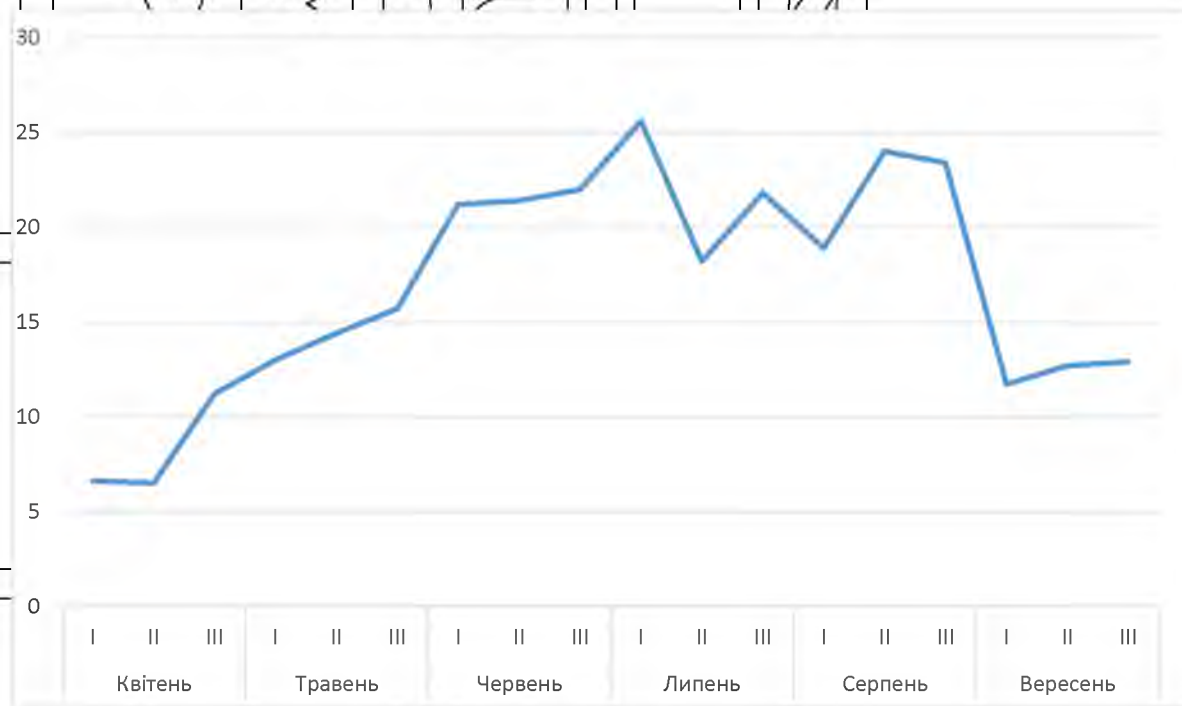


Рис. 2.2 Середня подекадна температура повітря території проведення дослідження, 2022 р.

Виходячи з температурних даних, можна відмітити, що на початку висіву кукурудзи (01.05.2022р.) температура була 13°C, яка є оптимальною для висіву зерна кукурудзи. В період розвитку кукурудзи заморозків не було, можна простежити пониження температури, але воно було не тривалим. Підвищення температури було з червня по серпень, це не мало негативного впливу на розвиток рослин. Для вегетації кукурудзи оптимальною денною температурою є 24 - 30°C. В цей період температура вночі була значно нижчою за денну. За спекотних ночей рослини кукурудзи підвищують випаровування, які обумовлюють поступове зменшення вмісту сухої маси. Оскільки, таких умов не спостерігалось, можна зробити висновки, що температурні умови впродовж всього періоду вегетації кукурудзи були задовільними.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 2.2 .3

Кількість опадів, (мм) протягом вегетаційного періоду на території землекористування ТОВ «Біотех ЛТД», 2022 р.

Значення	Місяць/декада																	
	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Опади, мм	23,4	17,4	12,8	0,8	7,4	20,6	4,4	7,4	32,6	29,6	27,6	9,8	28,2	10,2	7	15,8	18	44,2

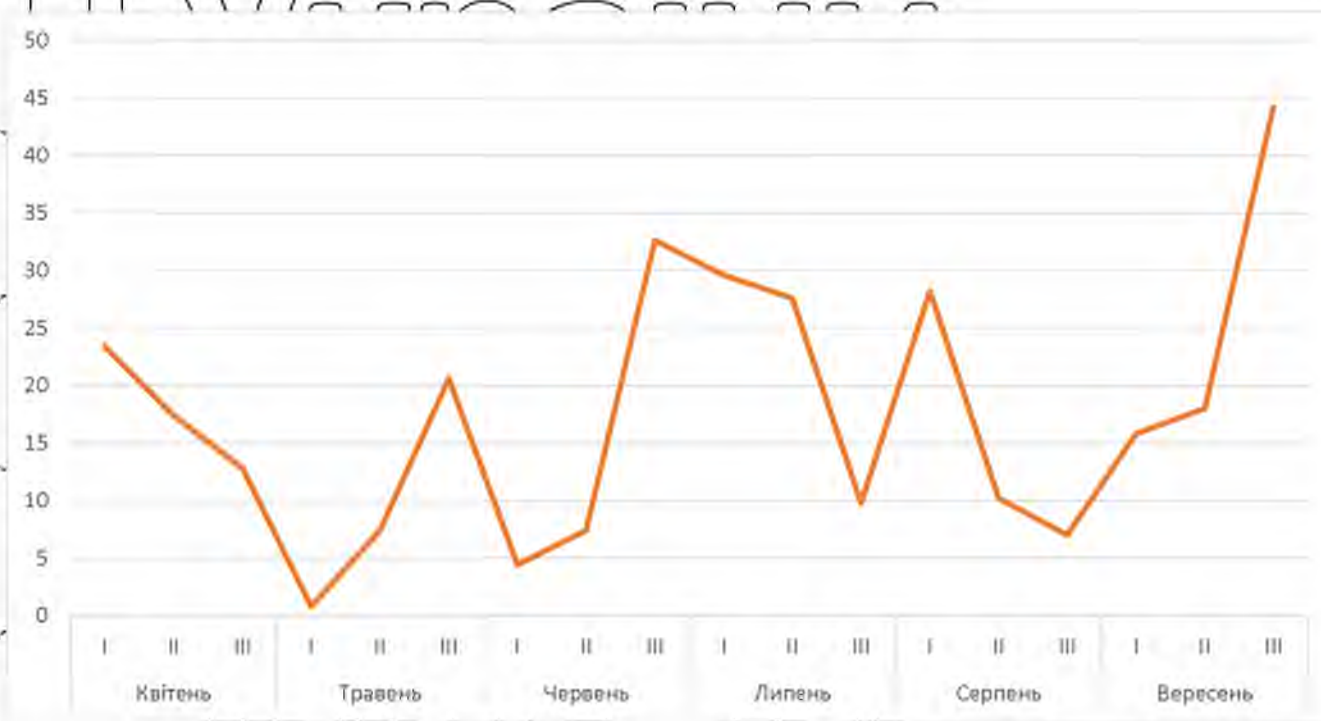


Рис. 2.2. 3 Кількість опадів, (мм) подекадно протягом вегетаційного періоду на території землекористування ТОВ «Біотех ЛТД», 2022 р.

При аналізі інтенсивності опадів подекадно, ми відмічали нестабільність зволоження протягом вегетаційного сезону, а саме в першій декаді травня, коли проводили висів кукурудзи, але за рахунок опадів у квітні, в ґрунті було достатньо вологи. Також, можна відмітити, що третя декада червня та перша декада липня характеризувались зливами (табл.2.2.3, рис. 2.2.3).

2.3. Методика проведення досліджень

Основним завданням досліджень було визначити вплив азотного режиму живлення кукурудзи за диференційованого використання добрив на ґрунтовій неоднорідності поля [59].

На полі, де було закладено дослід (01.05.2022 р.) висівали гібрид кукурудзи «ДКС 3972» з нормою висіву – 75 тис. насінин/га.

ДКС 3972 (FAO – 300) – середньостиглий гібрид з високим потенціалом врожайності. Характеризується стійкістю до вилягання, низьких та високих температур. Добре адаптується до ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Швидка вологовіддача при дозріванні. Висока толерантність до поширених захворювань на кукурудзі.

Тип зерна зубовидний – зерно видовжене, на верхівці западинки. Має розвинену вегетативну масу та великі качани. Вважається найбільш поширеною кукурудза з таким типом, оскільки забезпечує найбільшою врожайністю.

Біологічно активна температура для дозрівання середньостиглих гібридів становить - 2400°C. Рекомендована густина на період збирання: зона достатнього рівня вологозабезпеченості – 75-85 тис. рослин/га, зона недостатнього рівня вологозабезпеченості – 65-70 тис. рослин/га.

Потенціал врожайності становить 15 т/га [60, 61].

Зони відбору зразків ґрунту та рослин визначали не за родючістю ґрунту, а за станом рослин (рис. 2.1.). Поле розбивали на три неоднорідні ділянки площею 10 м² за станом розвитку кукурудзи у фазу 7 – 8 листків – зона неоптимального, середнього та оптимального розвитку рослин. Неоднорідності

відбирались некротному посіву, а плямам характеру росту і розвитку рослини [62, 63].



Рис. 2.1. Картограма стану рослин за вегетативним індексом NDVI

Проведення передпосівних технологічних операцій у полі з кукурудзою мало певну послідовність. Першим технологічним прийомом в основному обробити ґрунту було осіннє щиповання (John Deere + глибскорозпушувач), наступним – ранньовесняне дискування для закриття і збереження вологи (John Deere 6195 M + дискатор). Посів з одночасним внесенням добрив (JD 6195 M + Challenger).

На господарстві ТОВ «Біотех ЛТД» розроблена своя система удобрення кукурудзи за такими вихідними даними: основне удобрення (карбамід вносили локально в зону майбутнього рядка – 120 кг/га (N = 55) та 150 кг/га, калію хлористого (K = 90)). Припосівне удобрення проводили 100 кг/га РКД 8:24:0.

Підживлення проводились двома мікродобривами виробництва ТОВ «Біотех» ЛТД відповідно у фази розвитку культури ВВСН 15 та ВВСН 30. БіоКорн-15-

листяне добриво для кукурудзи, норма витрати: 2 л/га (вміст елементів, г/л:

фосфор (P₂O₅) – 150 (фосфат (P₂O₅) – 100, фосфіт (P₂O₅) – 50), цинк (Zn) – 30,

L-амінокислоти – 20, фітогормони (ауксини, цитокиніни) – 60 ppm) та БіоКорн-

30 – листяне добриво для кукурудзи, норма витрати: 2 л/га (вміст елементів,

г/л: цинк (Zn) – 30, L-амінокислоти – 20, фітогормони (ауксини) – 60 ppm). Ця

система удобрення стала фоном **N₆₃P_{24,3}K₉₀+0,06Zn** на який накладено схема

дослід, яка подана в табл. 2.3.

В кожній виділеній зоні вносили карбамід при розсіві 3 ділянок на площі – 50 м² – Фон + контроль (без підживлення); 25 м² – Фон + 75 г

карбаміду (30 кг/га - N - 13,8) та 25 м² – Фон + 100г карбамід (40 кг/га - N - 18,4). (табл. 2.4.)

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.3.

Характеристика фонового удобрення в умовах досліду, 2022р.

Строки внесення	Марка добрива	Норма внесення, кг/га	Вміст діючої речовини, кг/га			
			N	P	K	Zn
Основне удобрення	карбамід	120	55	-	-	-
	калій хлористий	150	-	-	90	-
Припосівне удобрення	РКД 8:24	100	8	24	-	-
Підживлення	БіоКорн 15	2	-	0,3	-	0,06
	БіоКорн 30	2	-	-	-	0,06

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.4.

Схема внесення добрив в різних зонах поля у фазу ВВСН 33-36 (витягування стебла, вихід у трубку), 2022 р.

Неоптимальна зона поля		Середня зона поля		Оптимальна зона поля	
Фон + карбамід 40кг/га (N ₁₈)	Фон (контроль (без підживлення))	Фон + карбамід 40кг/га (N ₁₈)	Фон (контроль (без підживлення))	Фон + карбамід 40кг/га (N ₁₈)	Фон (контроль (без підживлення))
Фон + карбамід 30кг/га (N ₁₄)	Фон (контроль (без підживлення))	Фон + карбамід 30кг/га (N ₁₄)	Фон (контроль (без підживлення))	Фон + карбамід 30кг/га (N ₁₄)	Фон (контроль (без підживлення))

НУБІП УКРАЇНИ

Зразки ґрунту та рослин відбиралися в такі фази росту і розвитку рослин:

1. 6–8-листочків (ВВСН 14 – 19).
2. Вихід у трубку (ВВСН 33 – 36).
3. Цвітіння (ВВСН 55 – 57).
4. Молочна стиглість (ВВСН 79 – 83).

Визначали наступні біометричні показники рослин: висота рослин, площа листкової поверхні, кількість листків, діаметр стебла, довжина міжвузлів.

Лабораторні дослідження проводилися в лабораторії кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва імені О.І. Душечкіна.

Для проведення аналізів нами було відібрано ґрунт, таким способом:

- на розбитих ділянках ґрунт з глибини 0 – 25 см та 25 – 50 см відбирали буром в період 6-8 та 10-13 листків, кількість проб складала в 3 повторностях.
- в період цвітіння та молочно-воскової стиглості проби ґрунту відбирались з тієї ж глибини буром, кількість проб складала в 3 повторностях.
- відібраний ґрунт просушували і визначали в ньому вміст: нітратів, амонійного азоту, рухомого фосфору та калію [62, 63].

Нітрати визначали іонселективним методом [ГОСТ – 26950-86].

Вміст амонійного азоту визначали фотометричним методом з реактивом Неселера [ЦНАО ГОСТ 26489-85].

Вміст рухомих сполук фосфору та калію за методом Кірсанова в модифікації ЦНАО в одній витяжці, фосфор визначали на фотекolorиметрі, а калій – на полуменовому фотометрі [ДСТУ 4405: 2005].

Окрім ґрунту, для аналізів були відібрані рослини в той час коли і ґрунт, а саме: у період 6 – 8 (ВВСН 14 – 19) та 10 – 13 листків (ВВСН 33 – 36), фази викидання волоті (ВВСН 55 – 57) та молочно-воскової стиглості (ВВСН 79 –

У рослинах, які відбирали протягом певних фаз росту і розвитку визначали вміст макроелементів, після мокрого озодення матеріалу за методом Гінзбурга [ГОСТ – 26657 - 97].

В рослинних зразках визначали вміст:

- мінерального азоту – фотоколориметрично з реактивом Несслера,
- зрухомого фосфору фотоколориметрично за методом Деніже в модифікації Левицького [ГОСТ 26657 – 85],
- обмінного калію за допомогою полуменевого фотометра.

Показники якості врожаю визначали на приладі FOSS Infratec 1241.

Поділ поля на зони неоднорідності проводили за допомогою платформи Stop Monitoring.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. Поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту за умов диференційованого висесення добрив

3.1. Агрохімічний моніторинг ґрунту за вирощування кукурудзи на зерно

Елементи живлення, що необхідні для росту і розвитку рослин завжди присутні у ґрунті, але зазвичай тієї кількості є недостатньо для забезпечення високих врожаїв, особливо, за вирощування такої культури як кукурудза. Тип та стан ґрунту, погодні умови можуть обумовити обмеження для засвоєння рослинами елементів живлення у важливий для них етапах росту і розвитку [65].

Для отримання високих врожаїв та забезпечення оптимальним мінеральним живленням рослин на сьогодні є актуальним не тільки вирощування культури за стандартних технологій, а застосування агрохімічного моніторингу ґрунту для поліпшення умов живлення рослин та як наслідок отримувати високі сталі врожаї за мінімальних затрат [10].

За допомогою агрохімічного моніторингу ми можемо встановити кількість важливих елементів живлення в ґрунті, які споживаються протягом всього вегетаційного періоду. Одним із таких елементів є азот [52, 62, 63].

Зазвичай споживання азоту відбувається до фази воскової стиглості. Найбільш інтенсивніше його поглинання спостерігається у період від фази появи волоті і триває до фази цвітіння.

Важливим у азотному живленні кукурудзи є її правильне забезпечення цим елементом протягом періоду вегетації. Оскільки азот в ґрунті представлений у різних формах від мінеральної і до складних органічних сполук, останні є не доступні для споживання рослинами. Найбільш доступними для рослин формами азоту у ґрунті є мінеральні його форми (амонійна і нітратна). Оскільки ці форми є досить мобільними у ґрунті, тому для оптимального забезпечення ними рослин протягом періоду вегетації нам потрібно внести норму азоту не за один прийом, а рівномірно розподілити на

перших етапах росту і розвитку культури. Такими прийомами є як кореневі, так і позакореневі підживлення рослин. За сучасних умов розвитку технологій ефективним елементом є застосування диференційованого способу внесення добрив. Зокрема і азотних добрив, що дозволяє нам підвищити продуктивність культури із мінімальними затратами. Один із цих способів регулювання азотного живлення було покладено у мету наших досліджень [19-21].

В результаті проведених досліджень було отримано найвищі показники вмісту нітратного азоту в ґрунті у фазу 5—6 листків в неоптимальній зоні поля (10,2 мг/кг у шарі 0-25 см та на 14,5 мг/кг у шарі 25-50 см, табл. 3.1). В середній за станом рослин зоні поля його вміст знижувався до рівня 9,28 мг/кг (0-25 см) і 8,16 мг/кг ґрунту. В оптимальній зоні поля цей показник суттєво знизився (на 4,58 мг/кг) у орному шарі та (2,66 мг/кг) у підорному шарі ґрунту порівняно із зоною поля із середнім станом рослин та на 5,5 мг/кг (0-25 см) і 9,00 мг/кг (25-50 см) порівняно із неоптимальною зоною. Така тенденція обумовлена більш інтенсивним розвитком рослин у оптимальній зоні поля та підвищеним рівнем споживання азоту ними. Зазначена форма азоту є найбільш рухома у ґрунті та найдоступнішою для рослин.

Аналогічної тенденції щодо вмісту амонійного азоту у ґрунті не встановили. Його вміст у шарі ґрунту 0-25 см був у межах 10,9-13,9 мг/кг. Найменший його вміст відмічався у неоптимальній зоні поля (10,9 мг/кг), найвищим вмістом амонійних сполук азоту характеризувалися середня зона поля 13,9 мг/кг (шар ґрунту 0-25 см) та 2,48 мг/кг у шарі 25-50 см, що було найменшим вмістом у цю фазу. В інших зонах (неоптимальна та оптимальна) вміст амонію суттєво не відрізнявся та становив 9,17 і 8,21 мг/кг. Слід відмітити, що на картограмах розподілу вмісту мінерального азоту (рис. 3.12) спостерігається така тенденція: підвищене використання азоту із ґрунту рослинами на оптимальній ділянці поля та менш інтенсивне на інших ділянках поля. За досягнення рослин фази виходу у трубку (ВВСН 33-36) вміст нітратного азоту знизився близько, як у 2 рази, що характеризувало інтенсивне наростання біомаси рослиною.

Таблиця 3.1.

Вміст нітратного азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті у різних зонах поля (мг/кг), 2022 р.

№ п/п	Ділянка	Варіант досліду	Шар ґрунту	Фаза росту і розвитку рослин			
				ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 55-57	ВВСН 79-83
1	неоптиміальна зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	10,2	5,42	4,56	7,23
2			25-50	14,50	8,41	5,89	4,06
3		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	3,87	1,00
4			25-50	-	-	4,21	1,43
5		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	3,65	3,93
6			25-50	-	-	3,89	1,66
7	середня зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	9,28	4,17	5,20	3,87
8			25-50	8,16	6,79	6,45	5,69
9		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	4,60	2,25
10			25-50	-	-	4,30	2,94
11		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	3,10	1,35
12			25-50	-	-	2,69	1,40
13	оптиміальна зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	4,70	2,81	2,30	1,37
14			25-50	5,50	2,63	2,90	5,75
15		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	3,45	1,54
16			25-50	-	-	4,56	2,54
17		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	3,60	1,94
18			25-50	-	-	5,01	2,02

Таблиця 3.2.

Вміст амонійного азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті у різних зонах поля (мг/кг), 2022 р.

№ п/п	Ділянка	Варіант досліду	Шар ґрунту	Фаза росту і розвитку рослин			
				ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 55-57	ВВСН 79-83
1	неоптимальна зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	10,9	9,3	7,25	8,07
2			25-50	9,17	8,8	6,88	5,96
3		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	15,0	4,70
4			25-50	-	-	11,9	4,50
5		Фон + Nm (40кг/га) (N ₈)	0-25	-	-	13,6	5,60
6			25-50	-	-	7,80	5,32
7	середня зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	13,9	3,03	4,3	2,39
8			25-50	2,48	1,74	3,9	3,03
9		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	13,3	4,22
10			25-50	-	-	8,44	3,03
11		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	11,5	5,23
12			25-50	-	-	10,3	3,21
13	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	12,20	4,95	8,26	1,83	
14		25-50	8,21	6,42	4,86	4,59	
15	оптимальна зона поля	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	16,6	3,12
16			25-50	-	-	21,7	3,21
17		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	19,1	4,04
18			25-50	-	-	22,3	2,66

Таблиця 3.3

Вміст мінерального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті у різних зонах поля (мг/кг), 2022 р.

№ п/п	Ділянка	Варіант досліду	Шар ґрунту	Фаза росту і розвитку рослин			
				ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 55-57	ВВСН 79-83
1	неоптимальна зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	21,1	14,7	11,8	15,3
2			25-50	23,7	17,2	12,8	10,0
3		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	18,9	5,70
4			25-50	-	-	16,1	5,93
5		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	17,3	9,53
6			25-50	-	-	11,7	6,98
7	оптимальна зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	23,2	7,20	9,50	6,26
8			25-50	10,6	8,53	10,3	8,72
9		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	17,9	6,47
10			25-50	-	-	12,7	5,97
11		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	14,6	6,58
12			25-50	-	-	13,0	4,61
13		Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	16,9	7,76	10,6	3,20
14			25-50	13,7	9,05	7,76	10,3
15		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	20,1	4,66
16			25-50	-	-	26,3	5,75
17		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	22,7	5,98
18			25-50	-	-	27,3	4,68

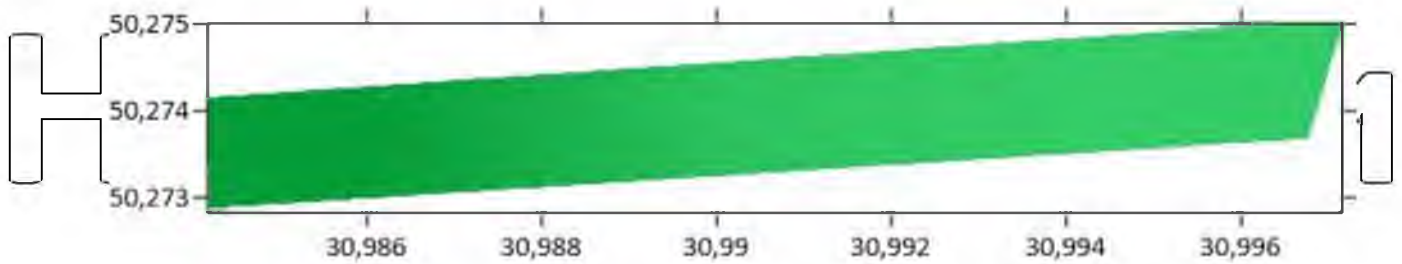


Рис. 3.1.1 Картограма розподілу вмісту мінерального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті на початку виділення зон поля (шар ґрунту 0-25 см), 2022 р.

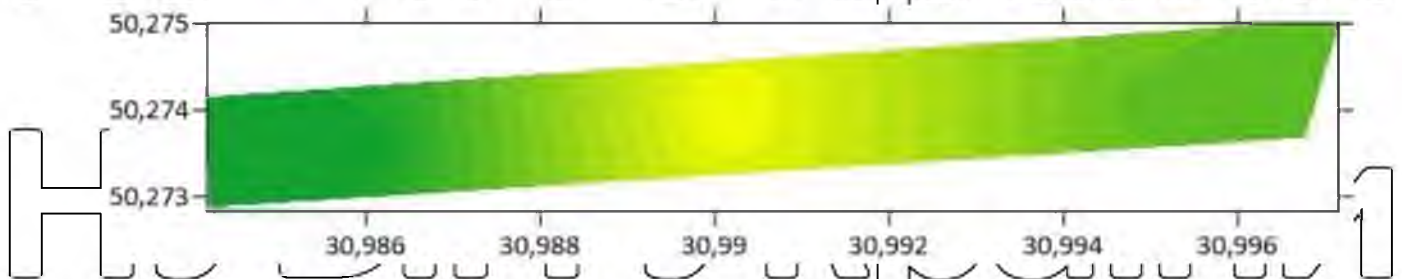


Рис. 3.1.2. Картограма розподілу вмісту мінерального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті на початку виділення зон поля (шар ґрунту 0-25 см), 2022 р.

Так, в неоптимальній зоні поля рівень цього показника знизився до 5,42 і 8,41 мг/кг. В середній зоні поля він становив 4,17 і 6,79 мг/кг, а в оптимальній зоні він знизився до рівня 2,81 і 2,90 мг/кг, що було на 2,61 і 5,78 мг/кг нижче, ніж у неоптимальній зоні. В цю фазу вміст амонійного азоту суттєво не змінився в неоптимальній зоні поля порівняно до попередньої фази і склав 1,6 і 0,37 мг/кг. В середній та оптимальній зоні вміст амонійної форми різко зменшився у орному шарі ґрунту (0-25 см) на 10,8 і 7,25 мг/кг відповідно. Виходячи із отриманих результатів агрохімічного моніторингу, які були критичними для культури у цей час, нами було прийнято рішення саме в цю фазу провести регулювання азотного живлення. Було проведено кореневе підживлення азотним добривом (карбамід) та порівняти ефективність дії норм азоту N_{30} та N_{40} на різних ділянках продуктивності поля.

Завдяки проведеним підживленням вдалося забезпечити рослини потрібною кількістю азоту між фазний період від фази виходу у трубку до фази викидання волоті. Це можна підтвердити тим, що у варіантах із підживленням залишився на рівні показників попередньої фази росту і розвитку, а по декуди і вищій. Так, у зоні із неоптимальним станом рослин вміст нітратного азоту у всіх варіантах досягає рівня 3,65-5,89 мг/кг, а за середнім та оптимальним - він був у межах 2,69-6,45 мг/кг і 2,30-5,57 мг/кг. Він продовжував знижуватися, і у фазу молочно-воскової стиглості (ВВСН 79-83).

Але якщо до нітратної форми азоту не встановлено позитивного ефекту від підживлень, то щодо вмісту у ґрунті амонійної форми азоту відмічався позитивний ефект. З усіх зонах у контролі позитивних змін не відмічалось. Проте, у варіантах із підживленнями спостерігалось збільшення вмісту амонійного азоту. За внесення 30 кг/га він збільшився до 13,3-16,6 мг/кг, а за підживлення із нормою 40 кг/га карбаміду 11,5-19,1 мг/кг. Таке збільшення вмісту амонійного азоту свідчить про те, що цей період рослина забезпечена азотом.

Фосфор кукурудза поглинає більш тривалий час, аніж азот. Вона засвоює його рівномірно аж до повного досягання. Але, особливо гостру потребу у посиленому фосфорному живленні кукурудза відчуває на початкових етапах вегетаційного періоду.

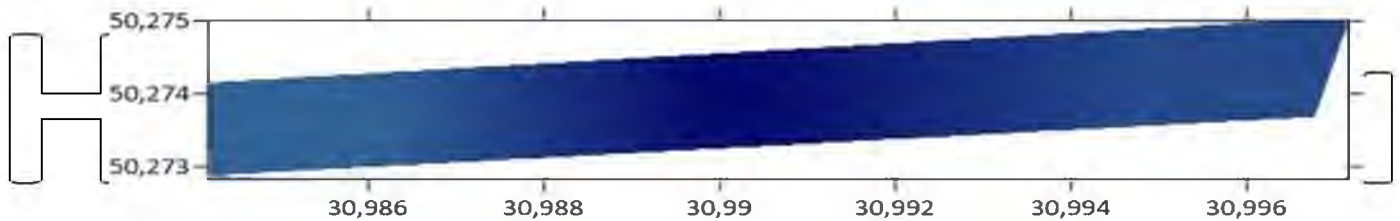
Вміст рухомих сполук фосфору значною мірою залежить від їх форм у ґрунтах. Кількість, яка безпосередньо засвоюється, визначається умовами ґрунтового середовища, а також біологічно-сортовими особливостями рослин. Кукурудза має добре розвинену кореневу систему, здатну поглинати поживні речовини з великого обсягу ґрунту. Але за внесення фосфорних добрив більша їх частина переходить у форми, які малодоступні для рослин або зовсім недоступні. Цей елемент у ґрунті мало мобільний тому він досягає коріння за рахунок дифузії, що є тривалим процесом. Тому його необхідно вносити максимально близько біля кореневої системи.

Також варто зазначити, що у зв'язку з тим, що цей елемент в ґрунті знаходиться у слабо доступних мінеральних та органічних формах, він є одним з найбільш недоступних ґрунтових макроелементів, що дуже часто є лімітуючим фактором у отриманню високої продуктивності кукурудзи.

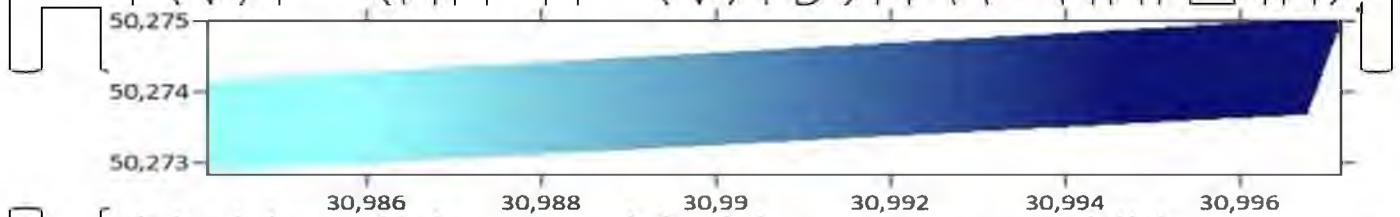
В результаті проведених нами досліджень чітких тенденцій щодо вмісту фосфору не виявлено. Так його вміст у фазу 5-6 листків становив у орному шарі на рівні 153-208 мг/кг ґрунту. Суттєво відрізнявся вміст у підорному шарі в оптимальній зоні поля - він становив лише 126 мг/кг (табл.3.4).

Таблиця 3.4
Вміст рухомих сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті, мг/кг, 2022 р.

№ п/п	Ділянка	Варіант досліду	Шар ґрунту	Фаза росту і розвитку рослин			
				ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 55-57	ВВСН 79-83
1	неоптимальна зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	208	194	256	257
2		Фон (контроль (без підживлення контроль))	25-50	222	194	281	232
3		Фон + N ₁₄	0-25	-	-	297	250
4		(30кг/га) (N ₁₄)	25-50	-	-	284	236
5		Фон + N ₁₈	0-25	-	-	268	247
6		(40кг/га) (N ₁₈)	25-50	-	-	284	226
7	середня зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	153	217	267	252
8		Фон (контроль (без підживлення контроль))	25-50	201	277	264	238
9		Фон + N ₁₄	0-25	-	-	263	250
10		(30кг/га) (N ₁₄)	25-50	-	-	279	273
11		Фон + N ₁₈	0-25	-	-	271	195
12		(40кг/га) (N ₁₈)	25-50	-	-	279	234
13	оптимальна зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	176	168	258	176
14		Фон (контроль (без підживлення контроль))	25-50	126	212	236	150
15		Фон + N ₁₄	0-25	-	-	247	192
16		(30кг/га) (N ₁₄)	25-50	-	-	250	200
17		Фон + N ₁₈	0-25	-	-	236	180
18		(40кг/га) (N ₁₈)	25-50	-	-	242	203



3.1.3. Картограма розподілу вмісту рухомих сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті на початку виділення зон поля (шар ґрунту 0-25 см), 2022 р.



3.1.4. Картограма розподілу вмісту рухомих сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті на початку виділення зон поля (шар ґрунту 0-25 см), 2022 р.

У фазу виходу у трубку вміст цього елемента знизився в неоптимальній і оптимальній зоні поля, а в середній він зростав до рівня 217 мг/кг. За досягнення рослинами фази викидання волоті у варіантах суттєвої розбіжності та тенденції не відмічалось. Вміст рухомих сполук фосфору був у межах 250-280 мг/кг. Відсутність закономірностей свідчить про те, що в цей час культура інтенсивно не споживала фосфор, що обумовлено перебудовою метаболізму рослини на формування врожаю. Уже у фазу молочно-воскової стиглості відмічалось зниження вмісту фосфору у ґрунті в усіх варіантах. Найбільш суттєво це проявляється у варіантах, де проводили підживлення азотним добривом. В умовах неоптимальної зони поля у варіанті із нормою N_{14} показник знизився на 47 мг/кг, а за норми N_{18} на 21 мг/кг. У середній за станом рослин зоні поля показники знизились на 13 і 76 мг/кг, а оптимальній – 55 і 56 мг/кг відповідно.

Калій є елементом, який активізує процеси обміну речовин, є досить важливим для утворення крохмалю і дукрів, за умови достатнього його вмісту підвищується стійкість до виягання та захворювань.

Таблиця 3.5

Вміст обмінного калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті, мг/кг, 2022 р.

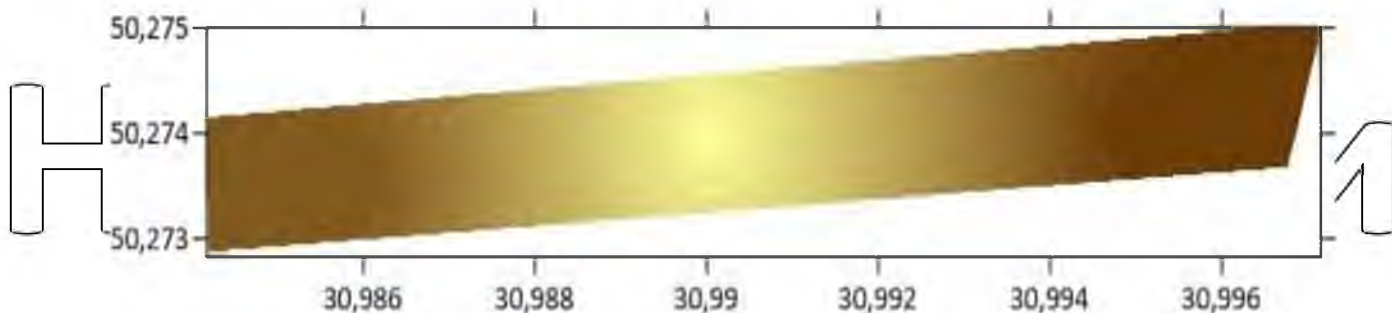
Фаза росту і розвитку рослин

№ п/п	Ділянка	Варіант	Шар ґрунту	Фаза росту і розвитку рослин			
				ВВСН 14-19	ВВСН 33-36	ВВСН 55-57	ВВСН 79-83
1	неоптимальна зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	247	295	225	304
2			25-50	277	224	324	315
3		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	373	266
4		25-50	-	-	365	207	
5		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	345	315
6			25-50	-	-	345	286
7	середня зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	217	226	236	227
8			25-50	172	196	266	207
9		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	246	227
10		25-50	-	-	305	256	
11		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	276	276
12			25-50	-	-	286	246
13	оптимальна зона поля	Фон (контроль (без підживлення контроль))	0-25	45	136	236	256
14			25-50	90	177	177	148
15		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	0-25	-	-	167	236
16		25-50	-	-	148	158	
17		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	0-25	-	-	148	236
18			25-50	-	-	197	227

Найбільш інтенсивно калій споживають рослини кукурудзи у першій половині вегетації та у період цвітіння і до формування зерна. За нестачі калію у рослині кукурудзи відбувається затримка викидання волотей, утворюється мала кількість пилку, результатом чого є формування слабо озернених качанів.



3.1.5 Картограма розподілу вмісту обмінного калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті на початку виділення зон поля (шар ґрунту 0-25 см), 2022 р.



3.1.6 Картограма розподілу обмінного калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті на початку виділення зон поля (шар ґрунту 0-25 см), 2022 р.

Вміст обмінних сполук калію характеризувалися тенденцією зменшення вмісту залежно від підвищення рівня продуктивності поля. Так, його вміст у фазу 5-6 листків в неоптимальній зоні становив 247 мг/кг ґрунту. В середній зоні цей показник знизився на 30 мг/кг, а в оптимальній його вміст становив лише 45 мг/кг. У фазу виходу у трубку вміст цього елемента зріс в неоптимальній зоні до рівня 247 мг/кг, середньої – до 226 мг/кг, а в оптимальній – до 136 мг/кг порівняно з попередньою фазою росту і розвитку рослин. За досягнення рослин кукурудзи фази викидання волотей відмічалось підвищення вмісту калію у ґрунті. Вплив підживлень азотними добривами не

був чітко вираженим. Лише в оптимальній зоні спостерігалась тенденція зниження вмісту калію у варіантах з удобренням у нормі N_{14} до 167 мг/кг та N_{18} – до 148 мг/кг порівняно варіанту без підживлення (236 мг/кг). Аналогічна тенденція спостерігалась і у фазу молочно-воскової стиглості. У фазу молочно-воскової стиглості відмічалось зниження вмісту цього елемента у зонах з неоптимальним та середнім станом рослин. Проте в оптимальній зоні поля була відмічена обернена тенденція, що вмісту обмінних сполук калію в цю фазу він зростав.

За результатами наших досліджень, встановлено, що регулювання азотного живлення поліпшує вміст азоту у ґрунті і в свою чергу регулює використання інших елементів, фосфору та калію.

3.2. Біометричні показники та хімічний склад рослин за вирощування кукурудзи на зерно в умовах диференційованого використання добрив

Найпоширенішим і найпоказовішим показником досліджень являються морфо-біометрична діагностика рослин, ця візуальна діагностика яка включає всі біометричні показники. За допомогою цих показників ми можемо візуально оцінити стан росту та розвитку культури. Важливим є те що не завжди велика висота рослини чи площа листової поверхні є позитивним показником та і навпаки.

Багатьма вченими доведено, що для кожної культури характерні свої величини, які є оптимальними і ефективно використовуються рослинами. Для кукурудзи є характерними наступні показники: висота, довжина міжвузля, діаметр стебла, маса надземної частини, кількість листків на рослині, площа листків, листовий індекс. Всі ці показники при вирощуванні культури характеризують умови росту та розвитку рослини, зокрема так, як погодно-кліматичні умови, мінеральне живлення та інші. Слід відмітити, що сорто-генетичні особливості також мають важливе значення у відображенні цих показників.

Важливим є контролювати ці показники при дослідженні впливу мінерального живлення оскільки, ми знаємо, що надлишок азоту у другій половині вегетації обумовлює, переростання рослин, а отже і втрати врожаю.

Проаналізувавши дані першого біометричного обліку рослин кукурудзи в зоні поля з оптимальним станом розвитку рослин встановлено найвищі біометричні показники за середніми даними трикратної повторності. Висота рослин в оптимальній зоні була 102 см, що на 20 см більше від середньої зони та на 45 см від неоптимальної. Довжина рослин в оптимальній зоні в середньому склала 10 см, що на 1 см більше, ніж в середній зоні поля та на 3 см ніж в неоптимальній. Діаметр стебла в оптимальній зоні поля був 2,7 см, що на 0,7 см більше від показників середньої зони поля та на 1,1 см від неоптимальної. Маса надземної частини в оптимальній зоні поля склала 146 росл. Даний показник в 2,3 рази більший за усереднені дані середньої зони поля та в 5,8 разів від неоптимальної. Листовий індекс рослин кукурудзи в неоптимальній ділянці в стадію розвитку ВВСН Т4-19 був 2,5, для рослин середньої зони поля в цю ж стадію ВВСН - 4,7, найвищий листовий індекс був в оптимальній зоні поля і становить 6,8.

Аналіз другого біометричного обліку проводився у фазу розвитку рослин кукурудзи ВВСН 30-36. Біометричні показники порівнювалися за середніми даними трикратної повторності.

Висота рослин в оптимальній зоні досягла 142 см. Цей ж показник в середній зоні поля є наближеним до оптимальної. В неоптимальній зоні він становив 108 см. Середня довжина міжвузля кукурудзи по всіх трьох варіантах досліджу була однаковою і складала 11 см. Діаметр стебла рослин кукурудзи в усіх варіантах досягла 2,9 см. Найбільшою масою надземної частини 327 г/роsl., характеризувалася зона оптимального росту рослин. В середній зоні цей показник склав 315 г/роsl., а зона неоптимального росту суттєво поступалася середній та оптимальній. Зони середнього та оптимального росту рослин мали майже однаковий листовий індекс в межах 9,4 – 9,5. Для неоптимальної зони він склав 6,2.

Таблиця 3.2.1

Біометричні показники рослин кукурудзи у макростадію ВВСН 14-19 в різних зонах поля, 2022 р.

Зона поля (стан рослин)	висота, см	довжина міжвузля, см	діаметр стебла, см	маса надземної частини, г/роsl.	кількість листків, шт /роsl.	площа листків, см ² /роsl.	листовий індекс
неоптимальна	57	7	1,6	25	8	3554	2,5
середня	82	9	2,0	64	9	6655	4,7
оптимальна	102	10	2,7	146	11	9680	6,8

Таблиця 3.2.2

Біометричні показники рослин кукурудзи у макростадіо ВВСН 33-36 в різних зонах поля, 2022 р.

Показник							
Зона поля (стан рослин)	висота, см	довжина міжвузль, см	діаметр стебла, см	маса надземної частини, г/роsl.	кількість листків, шт /роsl.	площа листків, см ² /роsl	листовий індекс
неоптимальна з	108	11	2,9	175	11	8811	6,2
середня	139	11	2,9	315	13	13465	9,4
оптимальна	142	11	2,9	327	13	13579	9,5

Таблиця 3.2.3

Биометричні показники рослин кукурудзи у макростадію ВВСН 55 – 57 в різних зонах поля, 2022 р.

Зона поля	Варіант досліджу	Показник							
		висота, см	довжина міжвузль, см	діаметр стебла, см	маса надземної частини, г/росл.	кількість листків, шт /росл.	площа листків, см ² /росл	листовий індекс	кількість качанів, шт/росл.
неоптимальна	Фон (контроль (без підживлення контроль))	250	22	2,6	722	11	9510	6,7	1
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	254	23	2,8	762	11	11830	8,3	2
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	269	21	2,8	840	13	12349	8,6	2
середня	Фон (контроль (без підживлення контроль))	289	22	2,9	925	13	13304	9,3	2
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	293	23	3,4	1032	13	13266	9,3	2
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	300	22	3,3	1080	14	13905	9,7	3
оптимальна	Фон (контроль (без підживлення контроль))	264	21	3,0	802	13	12702	8,9	2
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	288	20	3,3	1002	13	13132	9,2	2
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	268	21	2,7	807	13	12948	9,1	2

Виходячи з отриманих даних біометричних показників кукурудзи у фазу ВВСН 55 - 57, можна відмітити, що в неоптимальній зоні без підживлення висота рослин була 250 см, а у варіантах з підживленням карбамідом (30 кг/га) – 254 см, а 40 кг/га – 269 см. При цьому довжина міжвузля за різних доз підживлень варіювалась з 21 – 23 см. Діаметр стебла був у межах від 2,5 – 3,0 см. Найбільшою масою надземної частини мав варіант з підживленням карбамідом (40 кг/га) – 840 г/росл. Кількість качанів в усіх трьох варіантах склала по 2 шт. на рослину. Листовий індекс у варіантах з підживленням склав від 8,3 – 8,6, а у варіанті без підживлень листовий індекс склав 6,7.

Висота рослин на середній зоні поля була на фоні без підживлень 289 см, а на фоні з підживленням карбамідом (30 кг/га) – 293 см, а 40 кг/га – 300 см. Довжина міжвузлів була в межах 22 – 23 см в усіх варіантах. Діаметр стебла за середніми значеннями становив 2,9 – 3,4 см. Маса надземної частини на фоні без підживлень була 925 г/росл, а на фоні з підживленням карбамідом (30 кг/га) – 1032 г/росл, а 40 кг/га – 1080 г/росл. За середніми показниками у варіантах кількість качанів на рослинах 2 шт. Листовий індекс склав 9,3 – 9,7.

В оптимальній зоні поля висота рослин була в межах від 264 – 268 см, а довжина міжвузлів – 20 - 21 см і діаметр стебла 2,7 – 3,3 см. За середніми показниками найбільша маса надземної частини була на фоні з підживленням карбамідом (30 кг/га) – 1002 г/росл. Кількість качанів на рослину становило 2 шт. Листовий індекс був в межах 8,9 – 9,1.

При аналізі всіх трьох неоднорідних зон з варіантами найкращий відгук на внесення карбаміду у підживлення кукурудзи у фазу ВВСН 55 - 57 мала середня зона поля

Хімічний склад рослин характеризує безпосередньо вміст в рослинах органічних та мінеральних речовин та деяких хімічних елементів. Для розвитку рослин необхідні певні елементи живлення. Якщо культура відчуває дефіцит одного з них, це викликає порушення в рослині, таких як:

обмін речовин, фізіологічні та біологічні процеси, їх ріст та розвиток. Рослини засвоюють елементи на рівні їх власних потреб в елементах живлення [33].

Азот, як основний елемент росту та розвитку рослини - забезпечує ріст кореневої системи та надземної маси, сприяє збільшенню вегетаційному періоду і тривалості активної фотосинтетичної діяльності, покращує якість зерна.

Фосфор відповідає за всі процеси життєдіяльності рослини. Він дає енергію для проростання насіння, стимулює розвиток потужної кореневої системи, закладання репродуктивних органів, прискорює дозрівання, сприяє кращому азотному живленні.

Калій бере участь в основних фізіологічних процесах. Відповідає за дозрівання, накопичення поживних речовин, синтез білків, висоту рослин та розміри листків [19-21].

Тому важливим є забезпечення рослин оптимальною кількістю елементів живлення протягом всього вегетаційного періоду і особливо у критичні фази росту і розвитку рослин.

В результаті проведених нами досліджень по вивченню регулювання мінерального живлення кукурудзи, зокрема азотного, шляхом застосування кореневого підживлення азотних добрив відмічались наступні тенденції накопичення мінеральних речовин у рослині.

Вміст загального азоту у листках рослини (у фазу 5-6 листків) зростав паралельно із покращенням продуктивності зони поля. Так, в неоптимальній зоні поля його вміст у рослинах становив 1,71 % (низька забезпеченість рослин), і зростав до 2,32 % в середній зоні поля, що відповідало збільшенню аж у 1,3 раз (табл 3.2.4). Рослини ж у оптимальній зоні поля мали вміст азоту у листках 2,65 %, що було найбільшим показником у цю фазу, і у півтора рази більше за вміст порівняно за неоптимальної зони і на 0,63 % більше аніж у середній зоні.

Таблиця 3.2. 4

Вміст макроелементів у рослинах кукурудзи в різних зонах поля, 2022 р.

Зона поля	Варіант дослідю	ВВСН 14-19			ВВСН 33-36			ВВСН 55-57			ВВСН 79-83		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
неоптимальна	Фон (контроль (без підживлення контроль))	1,71	0,27	2,10	2,82	0,42	1,20	2,21	0,45	1,31	12	0,36	0,68
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)							2,3	0,37	1,24	1,26	0,34	0,72
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)							2,42	0,35	1,13	1,56	0,36	0,74
середня	Фон (контроль (без підживлення контроль))	2,32	0,33	2,78	2,46	0,33	1,80	2,54	0,36	1,78	1,32	0,4	0,86
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)							2,63	0,44	1,69	1,84	0,46	0,84
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)							2,72	0,43	1,63	2,02	0,45	0,79
оптимальна	Фон (контроль (без підживлення контроль))	2,65	0,28	3,50	2,30	0,42	2,34	2,68	0,47	2,13	1,45	0,45	1,30
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)							2,8	0,43	1,98	1,84	0,46	1,24
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)							3,2	0,38	1,74	2,21	0,36	1,26

Вміст фосфору в цю фазу не піддавався якоїсь чіткої закономірності і був у межах 0,27-0,33 %, що відповідало по забезпеченню рослин цим елементом на межі низької та оптимальної забезпеченості. Вміст загального калію відповідав аналогічній тенденції, яка була характерною для азоту.

Його показники у найменш продуктивній зоні становили 2,1%, тоді як у середній його вміст збільшився на 0,68% і склав 2,78%, що відповідало низькій забезпеченості рослин калієм. Рослини у оптимальній зоні характеризувалися оптимальним вмістом калію (3,50%).

У фазу виходу в трубку тенденція була такою ж, як і за попередньої фази. Однак відбулись зміни у показниках: вміст в рослинах загального азоту зріс і становив від 2,21 до 2,68%, фосфору – 0,33-0,42%, а вміст калію знизився до рівня 1,2 у рослинах неоптимальної зони, 1,8 – середньої і 2,34 – оптимальної.

За досягнення рослин фази викидання волоті спостерігались зміни вмісту мінеральних сполук у листках. Зокрема, вміст загальних сполук азоту знижувався або був на рівні попереднього. У ділянці із неоптимальними за станом рослин спостерігалось зниження його вмісту до 2,21% у варіанті без підживлення, та несуттєве підвищення у варіантах за внесення азотних добрив – 2,30% та 2,42%. Аналогічна тенденція відслідковувалась і у інших варіантах. Вміст фосфору у рослинах був у межах 0,35-0,47%. У зонах із неоптимальним і оптимальним станом рослин відслідковувалась

закономірність не суттєво зниження його вмісту за підживлення азотними добрива. В зоні із середнім станом рослин ця закономірність була оберненою - вміст фосфору зростав за удобрення порівняно до контролю. Вміст калію був в оптимальних межах і становив у зонах із нетиловою родючістю 1,13-1,31%, і зростав за з покращення рівня родючості. Так, у середній зоні поля він становив 1,63-1,78%, а оптимальній – 1,74-2,13%. Це характеризувало

кращий розвиток та стан рослин. Його вміст у варіантах із підживленням зі збільшенням дози азотних добрив зменшувався. Аналогічна тенденція

розподілу мінеральних речовин у рослинах була і у фазу молочно-воскової стиглості.

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

НУБІП УкРАЇНИ

РОЗДІЛ 4. Вплив застосування диференційованого внесення добрив на структуру та врожайність кукурудзи на зерно

4.1. Вплив регулювання мінерального живлення на структуру врожаю

Багато факторів впливає на поглинання поживних речовин і води корінням кукурудзи, починаючи від швидкості росту та розташування коренів у ґрунті до впливу одного іона на надходження іншого. Між різними факторами існує багато взаємозв'язків і взаємодій, усі вони впливають:

Прямо чи опосередковано, здатність рослини кукурудзи поглинати поживні речовини та воду, необхідні для її росту. Природна необхідна кількість кожного елемента, схема його переміщення всередині рослини під час росту та кінцевий вплив на склад і якість врожаю – все це має важливе значення для визначення потреб культури в поживних речовинах, а також для розвитку рослини [64-66].

Нами встановлено позитивний вплив диференційованих доз азотних добрив на структуру врожаю (табл. 4.1.1). Особливо це стосується основних її елементів. Так, у варіантах неоптимальної зони поля встановлено збільшення маси 1000 насінин до 386 г за норми підживлення 30 кг/га карбаміду та 418 г – за підживлення 40 кг/га.

За норми 40 кг/га у зоні поля із середнім станом рослин найвищими показниками були: довжина качана 24,1 см, кількість рядів 18,3 шт., кількість зерен у ряді становила 38,3 шт., маса 1000 насінин – 443 г, що суттєво не відрізняло варіанти із нормою 30 кг/га карбаміду.

В оптимальній зоні поля, максимальними значеннями характеризувались показники: кількість зерен у ряді - 44,0 шт., кількість насінин - 720 шт., маса 1000 насінин і маса зерен з 1 качана становили 406 та 282,2 г відповідно.

Таблиця 4.1.1

Структура врожаю кукурудзи на зерно гібриду ДКС 3972 в різних зонах поля, 2022 р.

п/п	Варіант досліду	довжина, см	діаметр качана, см	кількість рядів, шт	кількість зерен у ряді, шт	кількість насінин, шт	маса зерен з 1 качана, г	маса 1000 насінин, г
неоптимальна	Фон (контроль (без підживлення контроль))	22,4	4,97	16,7	35,3	585	214,7	348
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	21,5	5,07	17,3	35,3	612	238,7	386
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	22,2	5,00	16,0	37,7	599	259,1	418
середня	Фон (контроль (без підживлення контроль))	21,4	4,93	16,7	35,3	590	253,8	419
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	22,7	5,03	17,3	36,3	629	278,8	444
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	24,1	5,20	18,3	38,3	703	316,7	443
оптимальна	Фон (контроль (без підживлення контроль))	21,3	5,17	17,3	38,0	659	260,0	364
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	22,7	5,30	17,3	40,0	692	270,5	410
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	24,2	5,23	16,3	44,0	720	282,1	406

4.2. Вплив регулювання мінерального живлення на урожайність та якість кукурудзи на зерно

Достатнє надходження поживних речовин стало необхідним для досягнення високої врожайності. Азот, один із найважливіших поживних елементів у період вирощування кукурудзи, значною мірою впливає на морфологічні характеристики кореня та фізіологічну активність. Внесення азоту значно збільшує загальну довжину, об'єм і ефективну площу поглинання коренів, тим самим покращуючи здатність коренів поглинати поживні речовини. Крім того, азотні добрива відіграють важливу роль у накопиченні та транспортуванні поживних речовин культурою. Відповідне внесення азоту може підвищити врожайність зерна шляхом збільшення накопичення поживних речовин після цвітіння та перенесення поживних речовин до зерна [17, 21].

Фосфор сприяє синтезу вуглеводів і крохмалю в стеблах та листках, збільшує транспортування поживних речовин до зерна, тим самим покращуючи вагу та якість зерна. Калій може стимулювати синтез і транспорт вуглеводів, сприяти росту качанів кукурудзи. Вміст фосфору та калію в кукурудзі сприяє процесу розвитку зерна та допомагає отримати відносно високу кількість зерен на качан та вагу. Отже, поглинання та переміщення P і K відіграють важливу роль у зростанні кукурудзи та потенціалі врожайності в процесі формування врожаю [67].

Мінеральне живлення є одним із ефективних заходів вирощування, який регулює процес росту та розвитку рослин, покращує здатність до використання поживних речовин та адаптивність до середовища, покращує врожайність та якість зерна [8, 13, 14, 64].

Основним показником росту та розвитку рослин при формуванні врожаю є система живлення культури. Згідно отриманих результатів (табл. 4.2.1), можна зробити висновок, що урожайність культури значно підвищилась за диференційованого підживлення азотними добривами.

Таблиця 4.2.1

Урожайність кукурудзи на зерно гібриду ДКС 3972 в різних зонах поля, 2022 р.

П / п	Варіант дослідів	Урожайність, т/га			Приріст урожаю		
		Повторення			Середнє значення	т/га	%
		I	II	III			
1	Фон (контроль (без підживлення контроль))	9,75	11,0	11,7	10,8	-	-
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	13,8	13,4	10,3	12,5	1,70	15,8
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	14,8	12,3	13,1	13,4	2,57	23,8
2	Фон (контроль (без підживлення контроль))	11,8	15,7	14,8	14,1	-	-
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	12,6	15,1	19,0	15,5	1,44	10,2
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	18,8	17,2	16,4	17,5	3,35	23,8
3	Фон (контроль (без підживлення контроль))	13,0	12,3	13,9	13,1	-	-
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	14,4	13,0	14,9	14,1	1,06	8,08
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	13,5	12,5	13,7	13,2	0,16	1,24
	НІР _{0,5 т/га} S _x , %				24 1,30		

Опираючись на дані табл. 4.2.1 можна відмітити, що підживлення найефективніше вплинуло на урожайність кукурудзи на середній зоні поля із дозою карбаміду 40 кг/га - 17,5 т/га. В неоптимальній зоні поля підживлення сприяло приросту до контролю у розмірі 1,70 за норми 30 кг/га та 2,57 т/га за норми 40 кг/га. У варіантах оптимальної зони приріст до контролю становив від 0,16 до 1,06 т/га.

Таблиця 4.2.2

Показники якості зерна кукурудзи в різних зонах поля, 2022 р.

Варіант дослідю	Показник якості				
	Вміст олії, %	Вміст білка, %	Вміст вологи, %	Вміст крохмалю, %	
неоптимальна	Фон (контроль (без підживлення контроль))	3,9	8,9	13,8	71,8
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	3,8	8,9	14,0	71,7
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	3,7	9,0	13,8	71,8
середня	Фон (контроль (без підживлення контроль))	3,8	8,6	13,7	72,4
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	3,8	8,3	13,8	72,4
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	3,7	8,6	14,0	72,3
оптимальна	Фон (контроль (без підживлення контроль))	3,8	8,7	13,9	72,0
	Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	3,8	9,2	13,6	72,0
	Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	3,9	9,1	13,8	71,6

Виходячи з отриманих даних, можна відмітити, що показники якості суттєво не відрізняються між варіантами в межах зон продуктивності і були у діапазоні 8,9-9,0% вміст білка і 71,7-71,8% крохмалю в неоптимальній зоні поля. На середній зоні поля вміст білку був нижчим і складав 8,3-8,6 %, але при цьому вміст крохмалю становив 71,8-72,4%. В оптимальній зоні він був у межах 8,7-9,2% і досягав максимуму у варіантах з підживленням (9,1-9,2%), проте мав менший вміст крохмалю (71,6-72,0%) порівняно до середньої зони поля.

РОЗДІЛ 5. Економічна ефективність регулювання азотного живлення за диференційованого способу використання добрив під кукурудзу на зерно

Вирощування кукурудзи на зерно в аграрному комплексі займає провідне місце серед зернових культур. Оскільки, її зерно використовують на продовольчі, технічні і фуражні цілі. На ефективність виробництва зерна кукурудзи значний вплив має рівень ресурсозабезпеченості підприємства.

Адже, за низького рівня рентабельності виробництва зерна підприємство може не досягнути і 50% прибутку, а за високого ресурсозабезпечення можливо отримати понад 74% прибутку [44].

За рахунок зростання рівня інтенсивності виробництва, можливо досягнути високої врожайності кукурудзи. При інтенсивній технології вирощування культури найбільшу частку в структурі змінних витрат займають витрати на добрива, причиною цього є підвищена потреба кукурудзи в елементах живлення [24].

Економічна оцінка показниками виробничих витрат є одним із найважливіших показників доцільності застосування тієї чи іншої технології вирощування сільськогосподарських культур. Під час оцінки економічної ефективності аналізують собівартість 1 т продукції, чистий прибуток та рентабельність. Рівень цих показників має залежність від ряду факторів, основними з яких є ступінь інтенсивності технології та стан культури, залежно від дії на неї окремих агротехнічних заходів та їх поєднань в технологіях вирощування, що характеризується зміною врожайності [44, 68].

При комплексному поєднанні елементів технологій вирощування є забезпечення зростання врожайності, прибутковості та рентабельності виробництва зерна [68].

За результатами отриманих даних, можна зробити висновок, що від зони поля залежить ефективність вирощування кукурудзи на зерно (табл. 5.1.)

Таблиця 5.1.

Економічна ефективність застосування добрив під кукурудзу на зерно в різних зонах поля, 2022 р.

№ п/п	Варіант дослід	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн/га	Втрати на добрива і реалізацію додаткової продукції, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %	
1	НЕОПТИМІЗАЦІЯ	Фон (контроль (без підживлення/контроль))	10,8	54000	45843	8157	17,7
2		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	12,5	62500	47193	15307	32,4
3		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	13,4	67000	47643	19357	40,6
4	СЕРСЬЯ	Фон (контроль (без підживлення/контроль))	14,1	70500	45843	24657	53,7
5		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	15,5	77500	47193	30307	64,2
6		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈)	17,5	87500	47643	39857	83,6
7	ОПТИМАЛЬНА	Фон (контроль (без підживлення/контроль))	13,1	65500	45843	19657	42,8
8		Фон + Nm (30кг/га) (N ₁₄)	14,1	70500	47193	23307	49,3
9		Фон + Nm (40кг/га) (N ₁₈) (N ₁₈)	13,2	66000	47643	18357	38,5

При внесенні азотних добрив у різних зонах за станом рослин врожайність підвищилась. Це в свою чергу вплинуло на вартість врожаю. Наприклад, найбільш, висока вартість врожаю в зоні із середнім станом рослин була за умов підживлення карбамідом (30 кг/га) – 77500 грн/га, і 40 кг/га – 87500 грн/га. В оптимальній зоні поля вартість врожаю коливалась в межах 65500 – 70500 грн/га. В неоптимальній зоні поля, можна відмітити трохи меншу вартість врожаю від 54000 – 67000 грн/га.

Витрати на добрива і на реалізацію додаткової продукції в усіх трьох варіантах без підживлень досягали рівня 45842,7 грн/га, а у варіантах з підживленням меж 41192,7 – 47642,7 грн/га.

Слід зазначити, що найвищі показники рівня умовно-чистого прибутку були у середній зоні поля, який становив 39857,3 грн. із рівнем рентабельності 83,6% - за підживлення 40 кг/га карбаміду. Варто відмітити, що вирощування кукурудзи на зерно не залежно від зони неоднорідності поля було рентабельним, так в неоптимальній зоні поля рентабельність зростає з 17,7 – 40,6%, в середній зоні поля від 53,7 – 83,6%. Тільки в оптимальній зоні рентабельність знизилась за підживлення 40 кг/га до 38,5. За підживлення 30кг/га вона склала 49,3%, а без підживлень 42,8%.

Отже, найбільш економічно вигідним є вирощування кукурудзи на зерно в зоні із середніми умовами росту і розвитку рослин за внесення у кореневе підживлення карбаміду у дозі N40 у фазу вихід у трубку (ВВСН 33-36).

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі наведено обґрунтування зміни умов живлення рослин кукурудзи на зерно за регулювання поживного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту за використання диференційованого використання добрив рив. Отримані результати дають змогу зробити такі висновки:

1. За використання регулювання поживного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту вміст макроелементів у ньому стабілізувався. Зокрема вміст мінеральних сполук азоту був в оптимальній зоні поля із застосуванням кореневого підживлення 40кг/га карбаміду у нормі $N_{18} - 22,0$ мг/кг, а рухомих сполук фосфору та обмінних сполук калію за кореневого підживлення у нормі N_{14} на неоптимальній ділянці 297 мг/кг та 373 мг/кг.

2. За використання добрив найбільший вміст макроелементів в рослинах кукурудзи на зерно було отримано в оптимальній зоні поля - 2,68, 0,47 та 2,13 % на суху речовину.

3. За регулювання умов азотного живлення найвищої урожайності було отримано за вирощування кукурудзи в зоні поля із середнім станом рослин та кореневим підживлення азотними добривами в нормі $N_{18} - 17,5$ т/га.

4. Найкращими показниками якості зерна кукурудзи було отримано в оптимальній за станом рослин зоні поля: вміст олії досяг 3,8-3,9 %, білка - 9,1-9,2%. Вміст крохмалю переважав у середній за станом рослин зоні поля - 72,3-72,4%

5. Вирощування кукурудзи на зерно з використання підживлення азотними добривами за диференційного їх внесення забезпечувало найвищі показники економічної ефективності у зоні із середнім станом рослин поля і кореневим підживлення азотом нормі 18 кг/га: умовно-чистий прибуток становив 39857 грн. а рівень рентабельності - 83,6%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дробіт О.С. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від агротехнічних заходів в умовах зрошення південного степу України : дис. на здобуття наук. Ступеня д-ра с.-г. наук : 06.01.09 / Херсон. держ. Аграрний ун-т. Херсон, 2018. 247 с.
2. Шульга А. М. Підбір високоврожайних гібридів кукурудзи KWS для піщаних ґрунтів [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/kukurudza/novyny/pidbir-vysokovrozhajnyh-gibrydiv-kukurudzy-kws-dlya-pishchanyh-gruntiv/>
3. Марчук І. У., Бикіна Н. М., Бордожа Н. П. Діагностика живлення рослин. Київ: Видавничий центр НУБІП України, 2016.
4. Ермохин Ю. И. Диагностика питания растений. Омск: аграр. ун-та, 1995.
5. Марчук І. У. Живлення та оптимальне удобрення кукурудзи / І.У. Марчук // Пропозиція. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [Нітр://propozitsiya.com](http://propozitsiya.com).
6. Сучасна технологія вирощування кукурудзи / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nova.te.ua/statti/suchasna-tehnologiya-vyroschuvannya-kukurudzy/>
7. Костромітін В.М., Музафаров Н.М., Панченко І.А. Вплив агрофонів живлення на врожайність і якість зерна гібридів кукурудзи // Селекція і насінництво. 2008. №95. С. 215–222.
8. Паламарчук В. Д., Дідур І. М., Колісник О. М., Алексєєв О. О. Аспекти сучасної технології вирощування високо крохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного: монографія / За ред. В. Д. Паламарчука. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. 536 с.
9. Особливості росту і розвитку рослини кукурудзи / [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.syngenta.ua/press-release/kukurudza/osoblivosti-rostu-i-rozvitku-roslini-kukurudzi>

10. Карасюк І.М. Норми добрив і системи удобрення в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур при систематичному і довготривалому їх застосуванні у сівозміні // 36. наук. пр. Уманського ДАУ (спец. випуск). Умань: Уманський ДАУ. 2003. С. 798–802.

11. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ: Логос, 2005.

12. Архипенко О.М. Агротехнічні заходи підвищення продуктивності та поживності кукурудзи / О.М.Архипенко, А.О.Артющенко, О.І.Кухарчук // Вісник аграрної науки. -2005.-№6.-С. 15-18.

13. Система удобрення кукурудзи / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uapg.ua/blog/sistema-udobrennya-kukurudzi/>

14. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/435-systema-udobrennia-kukurudzy.html>

15. Науково-методичні рекомендації з оптимізації мінерального живлення сільськогосподарських культур та стратегії удобрення / За заг. ред. М. М. Городнього. Київ: ТОВ «Алефа», 2004.

16. Технологічні аспекти удобрення кукурудзи у залежності від рівня інтенсивності гібриду / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.eridon.ua/tehnologichni-aspekti-udobrennya-kukurudzi-u-zaleznosti-vid-rivnya-intensivnosti-gibridu>

17. Роль елементів у живленні кукурудзи / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lidea-seeds.com.ua/news/rol-elementiv-u-zhyvlenni-kukurudzy>

18. Біологічний азот / В. П. Патики, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін. Київ: Світ, 2003.

19. Nitrogen Fertilization of Corn / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://extension.psu.edu/nitrogen-fertilization-of-corn>

20. Nitrogen and Chemical Control Management Improve Yield and Quality / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.754232/full>

21. Lewis B. Nelson. The Mineral Nutrition of Corn as Related to Its Growth and Culture / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211308606938>

22. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Системи використання добрив. Київ: Вид-во АПК, 2002.

23. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ: Логос, 2005.

24. Азотні добрива: як економно вносити і підвищити врожайність? / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://aggeek.net/tu-](https://aggeek.net/tu-blog/azotni-dobriva-yak-ekonomno-vnositi-i-pidvischiti-vrozhajnist)

[blog/azotni-dobriva-yak-ekonomno-vnositi-i-pidvischiti-vrozhajnist](https://aggeek.net/tu-blog/azotni-dobriva-yak-ekonomno-vnositi-i-pidvischiti-vrozhajnist)

25. Лопушняк В. І. Агрохімічні та агроекологічні аспекти систем удобрення в Західному Лісостепу України. Львів: Ліга-прес, 2015.

26. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / Редкол.: М. В. Зубець (голова) та ін. Київ: Логос, 2004.

27. Коровіхін С.В. Залежність продуктивності кукурудзи на насіння від поливного режиму, добрив та густоти посіву рослин // Меліорація і водного господарство. – Київ: Аграрна наука, 1999. – Вип. 86. – С. 38-41

28. Benefits of nitrogen for corn production / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.dekalbasgrowdeltapine.com/en-](https://www.dekalbasgrowdeltapine.com/en-us/agronomy/benefits-nitrogen-for-corn-production.html)

[us/agronomy/benefits-nitrogen-for-corn-production.html](https://www.dekalbasgrowdeltapine.com/en-us/agronomy/benefits-nitrogen-for-corn-production.html)

29. Носко Б. С. Фосфорные удобрения в системе удобрения почва-растение. – Харьков: 2017 – 75 с.

30. Агрохімія (у 2 ч.) / М. Й. Шевчук, С. І. Веремеєнко, В. І. Лопушняк / За ред. М. Й. Шевчука. Луцьк: Надстир'я, 2012.

31. Диференційоване внесення добрив: Основні етапи / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.agrogeo.com.ua/uk/diferencijovane-vnesennya-dobriv-osnovni-etapi>

32. Урожайність та вологість гібридів кукурудзи. Дані з демо-полів [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://vnis.com.ua/useful-information/publications/Urozhajnist-ta-vologist-gibrydiv-kukurudzy/?gclid=CjwKCAjwysqZBhAIEiwAqAHElVOHO4hnq5J0Sr19BYYPy-Qa4gdzCEfH9ktOqNDyhyNVjt3T_me53xoC1sEQAvD_BwE

33. Елементи живлення рослин: Макроелементи, Мезоелементи та Мікроелементи / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://agrolavka.com.ua/ua/a189520-elementi-zhivlennya-roslin.html>

34. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: ІВФ «Українські технології», 2008.

35. Цинк для формування високої врожайності кукурудзи / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://agrobusiness.com.ua/agrobusiness/item/24793-tsynk-dlia-formuvannia-vysokoi-vrozhainosti-kukurudzy.html>

36. Полянчиков С., Логінова І., Капітанська О. Менеджмент цинку та його значення для рослин / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.agronom.com.ua/menedzhment-tsynku-ta-jogo-znachennya-dlya-roslyn/>

37. Микроэлементы в сельском хозяйстве / под ред. С. Ю. Булыгина. Днепропетровск: Січ, 2010.

38. Микроелементи. Бор та його значення / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://superagronom.com/blog/74-mikroelementi-bor-ta-yogo-znachennya>

39. Дефіцит Бору – Кукурудза / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.yara.ua/crop-nutrition/maize/495/885/?activeSlide=4471>

40. Майстрок О. Живлення кукурудзи вимагає високого рівня заходів / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://propozitsiya.com/ua/pitanie-kukuruzy-trebuets-vysokogo-urovnya-meropriyatiy>

41. Високий врожай при базовій волозі / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://agroritm.com/%D0%B1%D0%B5%D0%B7-%D1%80%D1%83%D0%B1%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8/gibri-d-patrisja-visokij-vrozhaj-pri-bazovij-voezi/>

42. Дефіцит сірки / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elixir-ukraine.com/zhivlennya-roslin/kukuruzda/defitsit-sirki/>

43. Ковалевич З. Мідь. Значення та застосування у землеробстві / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroexpert.ua/mid-znascema-ta-zastosuvanna-u-zemlerobstvi/>

44. Економіка сільського господарства. Навчальний посібник / [Збарський В.К., Мацибора В.І., Чалий А.А. та ін.], за ред. В.К. Збарського – К.: Каравела, 2009. – 264 с.

45. Диференційоване внесення добрив / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agrilab.ua/services/diferentsijovane-vnesennya-dobryv/>

46. Аніскевич Л.В., Адамчук В.І. Технології точного землеробства. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ, 2006, вип. 101, с. 12-27.

47. Польовий В. М. Оптимізація системи удобрення у сучасному землеробстві. Рівне: Рівненські береги, 2007.

48. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень / Підручник. – К.: 2001. – 245 с. с

49. Локально-стрічкове диференційоване внесення добрив / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://superagronom.com/articles/27-lokalno-strichkove-diferentsiyovane-vnesennya-dobriv>

50. Олійник В. Диференційоване внесення добрив – один з найважливіших елементів точного землеробства / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.agroone.info/publication/diferencijovane-vnesennja-dobriv-odin-z-najvazhlivishih-elementiv-tochnogo-zemlerobstva/>

51. Фатеев А. И. Локальный способ внесения удобрений. Почвенно-агрохимические аспекты. Харьков, 2002.

52. Sonka ST, Bauer ME, Cherry ET et al Precision agriculture in the 21st century. Geospatial and information technologies in crop management. National Academy Press, Washington 1997.

53. Shibusawa S Soil sensors for precision agriculture. In: Srinivasan A (ed) Handbook of precision agriculture, principles and applications. Food Products Press, New York. - 2006. - pp 57–90.

54. Балаєв А.Д., Нестеров Г.І., Тонха О.Л., Навчальний посібник. Географія ґрунтів України. – 2012р. – 213с.

55. Ґрунтознавство: [Навчальний посібник] / Балаєв А.Д., М.Ф. Бережнюк. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – 402 с.

56. Медведєв В. В. Мониторинг почв Украины. Харьков: КН «Городская типография», 2012.

57. Ґрунтознавство з основами геології: Навч. посібник / [Гнатенко О.Ф., Капшик М.В., Петренко Л.Р., Вітвицький С.В.] — К.: Оранта, 2005. – 648 с.

58. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред. Д. Мельничука, Дж. Гофмана, М. Городнього. Київ: Арістей, 2004.

59. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

60. Кукурудза ДКС 3972 (DKC 3972) Купити оригінал, опис гібрида діна в Україна | Агроексперт-Трейд (agroexp.com.ua)

61. ДКС3972 Н&D Max Yield / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dekalb.ua/katalog-produkcii/kukurudza/dks3972>

62. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / Грицаєнко В.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. / — К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. — 320 с.

63. Агрохімічний аналіз: Підручник / [М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.] / За ред. М.М. Городнього. — К.: Арістей, 2005. — 468 с.

64. Елементи живлення / [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://plantonit.ua/elementi-zhivlennya>

65. Циков В.П. Особливості технології вирощування кукурудзи в умовах недостатнього і нестійкого зволоження степової зони України //

Пропозиція. 2000. - №4. - С.39-41.

66. Кукурудза. Вирощування, уборка, хранение. Учебное пособие. — К.: Изд-во «Зерно», 2019 — 464 с.

67. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2015.

68. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності / В. Ф. Камінський та ін. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. № 3. С. 8.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України